

Technická univerzita v Liberci
Fakulta textilní

DIPLOMOVÁ PRÁCE

ÚVOD DO ENKAPSULACE

INTRODUCTION TO ENCAPSULATION

2006

TUREČKOVÁ JANA

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Studijní program: M3106 Textilní inženýrství

Obor: 3106T 002 Chemická technologie textilní

Katedra textilní chemie

ÚVOD DO ENKAPSULACE

INTRODUCTION TO ENCAPSULATION

Vedoucí diplomové práce:
Konzultant:

Ing. Josef Dembický Ph.D.

Rozsah práce a příloh: 152

Počet stran textu: 92

Počet obrázků: 63

Počet tabulek: 5

Počet příloh: 7

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním diplomové práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 11. května 2006

.....

Podpis

Poděkování:

Především bych chtěla poděkovat vedoucímu práce Ing. Josefovi Dembickému Ph.D. za odborné vedení a podnětné rady.

Dík náleží také mým rodičům za morální i finanční podporu při studiu.

ÚVOD DO ENKAPSULACE

Resumé

Diplomová práce je úvodem do oblasti enkapsulace. V teoretické části se formou literární rešerše zabývá charakteristikou mikrokapsulí se zaměřením na metodiku jejich přípravy. V rámci experimentální části práce byly připraveny mikrokapsule chemickými, fyzikálně-chemickými a mechanickými metodami. V diplomové práci je uvedena charakteristika připravených mikrokapsulí – výpočet distribuce jejich velikostí a stanovení objemových poměrů jádro/obal. Výsledky jsou zpracovány ve formě histogramů a jsou doplněny o snímky vzniklých mikročástic.

INTRODUCTION TO ENCAPSULATION

Summary

The thesis of diploma work is introduction to the encapsulation area. The theoretical part deals with characteristics of microcapsules with focus on the manufacturing methodology of their preparation in the way of the bookish background research. In the experimental part were prepared microcapsules by chemical, physiochemical and mechanical way. The thesis stated the characteristics of prepared microcapsules – calculation of scatter of their size and assignment of the volumic core/shell ratio. Elaboration of the results is in form of the histograms and coupled with pictures of the microelements arise.

Klíčová slova:

Enkapsulace

Mikrokapsule

Metody výroby mikrokapsulí

Polymerní obal

Poměr jádro/obal

Key Words:

Encapsulation

Microcapsules

Methods of manufacturing microcapsules

Polymer shell

Core shell/ratio

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	11
---	-----------

<u>1) ÚVOD.....</u>	12
----------------------------	-----------

<u>2) TEORETICKÁ ČÁST</u>	14
--	-----------

2.1) MIKROKAPSULE JAKO ČÁSTICE	14
---	-----------

2.1.1) Velikost a vlastnosti mikrokapsulí	15
---	----

2.1.2) Podíl mezi komponentami jádro/obal	16
---	----

2.2) POUŽÍVANÉ MATERIÁLY.....	17
--------------------------------------	-----------

2.2.1) Polymerní obal.....	17
----------------------------	----

2.2.1.1) Charakteristika vybraných polymerů vhodných k enkapsulaci.....	18
---	----

2.2.2) Aktivní jádro.....	21
---------------------------	----

2.2.3) Další přísady.....	23
---------------------------	----

2.3) METODIKA VÝROBY MIKROKAPSULÍ.....	24
---	-----------

2.3.1) Chemické metody výroby.....	25
------------------------------------	----

2.3.1.1) Polymerace.....	26
--------------------------	----

2.3.1.2) Polykondenzace.....	27
------------------------------	----

2.3.2) Fyzikálně- chemické metody výroby.....	31
---	----

2.3.2.1) Extrakce a evaporace rozpouštědla.....	31
---	----

2.3.2.2) Zesíťování.....	34
--------------------------	----

2.3.2.3) Koacervace.....	35
--------------------------	----

2.3.3) Mechanické.....	38
------------------------	----

2.3.3.1) Vytlačování přes trysku.....	38
---------------------------------------	----

2.3.3.2) Sprejování.....	40
--------------------------	----

2.3.3.3) Fluidní nános.....	42
-----------------------------	----

2.3.4) Další mikroenkapsulační metody.....	43
--	----

<u>3) EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....</u>	46
---	-----------

3.1) CÍLE EXPERIMENTÁLNÍ ČINNOSTI.....	46
---	-----------

3.2) POPIS POUŽITÝCH ZAŘÍZENÍ A PŘÍSTROJŮ.....	46
---	-----------

3.2.1) Mechanický homogenizátor.....	46
--------------------------------------	----

3.2.2) Ultrazvukový homogenizátor.....	47
--	----

3.2.3) Magnetické míchadlo.....	47
---------------------------------	----

3.2.4) Lucia G – analýza obrazu.....	48
--------------------------------------	----

3.3) POPIS PRACOVNÍCH POSTUPŮ.....	50
---	-----------

3.3.1) Chemické metody výroby mikrokapsulí.....	50
---	----

3.3.1.1) Polymerace.....	50
--------------------------	----

3.3.1.1.1) Příprava mikrokapsulí z karboxymethylcelulózy.....	50
---	----

3.3.1.1.2) Příprava alginátových kapsulí s vonným olejem.....	52
---	----

3.3.1.1.3) Příprava mikrokapsulí z PVA.....	52
---	----

3.3.1.2) Emulzní polymerace.....	53
----------------------------------	----

3.3.1.2.1) Emulzní polymerace s PAN.....	53
--	----

3.3.1.2.2) Částice z PMMA.....	54
--------------------------------	----

3.3.3) Fyzikálně-chemické metody výroby.....	55
--	----

3.3.2.1) Suspenzní nesíťení.....	55
----------------------------------	----

3.3.2.1.1) Příprava chitosanových mikrokapsulí (zpevn. kys.citr.).....	55
3.3.2.1.2) Příprava chitosanových mikrokapsulí (zpevn. glutaral).....	56
3.3.2.1.3) Příprava želatinových mikrokapsulí(toluen).....	56
3.3.2.1.4) Příprava želatinových mikrokapsulí bez aktivního jádra.....	57
3.3.2.2) <i>Koacervace</i>	58
3.3.2.2.1) Příprava želatinových mikrokapsulí.....	58
3.3.3) Mechanické metody výroby.....	59
3.3.3.1) <i>Sprejování</i>	59
3.3.3.1.1) Příprava mikrokapsulí z arabské gumy (desolvatace sušárna)....	59
3.3.3.1.2) Příprava mikrokapsulí z arabské gumy (desolvatace etanol).....	60
3.3.4) Ostatní metody výroby.....	60
3.3.4.1) <i>Molekulární inkluze</i>	60
3.3.4.1.1) Příprava mikrokapsulí za použití β cyklodextrinu.....	60
4) VÝSLEDKY	62
4.1) CHEMICKÉ METODY VÝROBY.....	62
4.1.1) Polymerace.....	62
4.1.1.1) <i>Mikrokapsule z Lovosy</i>	62
4.1.1.1.1) Vliv koncentrace Lovosy velikost částic.....	67
4.1.1.1.2) Vliv objemových poměrů Lovosy a aktivní látky na velikost částic.....	69
4.1.1.1.3) Vliv objemových poměrů Lovosy a aktivní látky na objem obalu.....	69
4.1.1.1.4) Alginátové kapsule s vonným olejem.....	70
4.1.1.1.5) Mikrokapsule z polyvinylalkoholu.....	72
4.1.2) Emulzní polymerace.....	74
4.1.2.1) Částice z PAN.....	74
4.1.2.2) <i>Emulzní polymerace PMMA</i>	76
4.2) FYZIKÁLNĚ - CHEMICKÉ METODY VÝROBY.....	76
4.2.1) Suspenní zesílení	76
4.2.1.1) Příprava chitosanových mikrokapsulí (zpevn. kys.citr.).....	76
4.2.1.2) Příprava chitosanových mikrokapsulí (zpevn. glutaral.).....	79
4.2.1.3) Příprava želatinových mikrokapsulí (suspenní médium toluen).....	81
4.2.1.4) Příprava želatinových mikrokapsulí bez aktivního jádra.....	82
4.2.2) <i>Koacervace</i>	83
4.2.2.1) <i>Příprava želatinových mikrokapsulí</i>	83
4.3) MECHANICKÉ METODY VÝROBY.....	85
4.3.1) <i>Sprejování</i>	85
4.3.1.1) Příprava mikrokapsulí z arabské gumy (desolvatace sušárna).....	85
4.3.1.2) Příprava mikrokapsulí za arabské gumy (desolvatace etanol).....	88
4.4) OSTATNÍ METODY VÝROBY.....	88
4.4.1) Příprava mikrokapsulí za použití β cyklodextrinu	88
5) DISKUZE	90
6) ZÁVĚR	92

7) SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	94
---	----

8) SEZNAM PŘÍLOH	98
--------------------------------	----

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

aj. – a jiné

apod. – a podobně

atd. – a tak dále

CaCl₂ - chlorid vápenatý

DP – diplomová práce

č. – číslo

hmot. % - hmotnostní procenta

K₂S₂O₈ - peroxodisíran draselný

Lovosa – obchodní označení pro karboxymethylcelulozu

mj. – mimo jiné

NaCl – chlorid sodný (kuchyňská sůl)

Soda – uhličitan sodný (NaCO₃)

obj. % - objemová procenta

obr. - obrázek

PAN - polyakrilonitril

PMMA - polymethylmetakrylát

PVA – polyvinylalkohol

tzn. – to znamená

výr. – výroba

1) ÚVOD

Mikrokapsule zkoumají a aplikují vědci i inženýři z mnoha vědních oborů. Jsou studovány nejen v rámci chemie, ale také v dalších přírodovědných oborech, například v biotechnologiích, medicíně, farmacii, potravinářství, v textilním průmyslu i v mnohých příbuzných oborech.

Tato rozsáhlá různorodost zájmů a aplikací vede k široké řadě metod a postupů výroby mikrokapsulí. S tím bohužel souvisí také značně nepřehledná klasifikace a používání různých termínů nejen v rámci jednotlivých oborů, ale také u různých autorů.

Mikrokapsule jsou kulovité nebo nepravidelné částice. Skládají se z vnějšího polymerního obalu a jádra, které tvoří aktivní komponenta. Jednotlivých materiálů se využívá a zkoumá obrovské množství. Jejich typ souvisí s účelem použití výsledných mikrokapsulí. Význam těchto kapsulí spočívá v tom, že umožňují kontrolované uvolňování aktivní komponenty.

Proces přípravy kapsulí nazýváme enkapsulace (někdy též mikroenkapsulace). Existuje celá řada metod a mechanismů enkapsulace. Postup výroby určuje výsledné vlastnosti produktu.

Příprava mikrokapsulí je datována do 50. let 19. stol, kdy Barry Green a Lowell Schleicher představili bezbarvý kopírovací papír založený na mikrokapsulovaných barvivech. Obal kapsule s barvivem se pod tlakem hrotu pera poruší a výsledkem je stopa pohybu pera na kopii. Tento produkt je stále jeden z nejvýznamnějších produktů v rámci enkapsulace. I v dnešním digitálním věku nepřestává hrát tento papír důležitou roli, především v obchodech, institucích a dalších službách (příjmové doklady, platební příkazy...).

Kopírovací papír je pouze jedním z názorných příkladů. Využití enkapsulace je samozřejmě mnohem širší. Základní princip je ve všech aplikacích obdobný. Tyto aplikace se ale mohou lišit nejen v mechanismu výroby a v použitých materiálech, ale také ve způsobu uvolňování aktivní komponenty. Obal může být buď propustný (uvolnění probíhá difúzí) nebo polopropustný (difúze větších molekul, menší zůstávají),

či nepropustný (uvolnění aktivní látky následkem mechanického působení, tepla, světla, biodegradace, rozpouštění, po změně pH apod.)

Mezi nejčastěji zmiňované využití patří zejména aplikace v chemickém průmyslu (zapouzdřování nestálých katalyzátorů, barviv...) , kosmetice (zejména zvýšení stability některých složek ve výrobcích – parfémy, esenciální oleje...), potravinářství (příchutě do polévek, omáček, které se uvolní vlivem působení tepla...), grafickém průmyslu (kopírovací papír, termochromní tiskové barvy - faxový papír...), medicíně (vitamíny a léky v podobě mikrokapsulí, rozloží se pouze v určené části trávicího traktu...), textilním průmyslu (zapouzdřená změkčovadla; antistatické úpravy; detergenty; vůně, které se uvolňují při sušení...) a v zemědělství (herbicidy; insekticidy, které si po aplikaci zachovávají dlouhodobou účinnost a působí tak třeba i proti hmyzu, který vylézá z úkrytu později...). Tyto příklady využití jsou ovšem pouze zlomkem z mnoha aplikací.

Použité materiály, mechanismy výroby, princip uvolňování aktivní látky i aplikace a využití mikrokapsulí tvoří velmi rozsáhlou oblast. Tato diplomová práce si neklade za cíl obsáhnout tuto problematiku celou, ale je přehledným úvodem do oblasti enkapsulace.

Cílem teoretické části diplomové práce je popsat nejčastěji používané materiály, nejběžnější aktivní komponenty i další přísady. Dále také charakterizovat metodiku výroby mikroenkapsulí a rozdělení jednotlivých metod. Teoretická část je tvořena formou literární rešerše a je získaná především díky překladům z cizojazyčné odborné literatury, protože žádná obdobná publikace v českém jazyce nebyla nalezena.

Cílem experimentální části práce je příprava mikrokapsulí chemickými, fyzikálně-chemickými a mechanickými metodami, charakteristika připravených mikrokapsulí – výpočet velikostí částic a znázornění distribuce těchto velikostí. Cílem je také stanovení objemových poměrů jádro/obal a porovnání těchto charakteristik u jednotlivých metod pro přípravu mikrokapsulí.

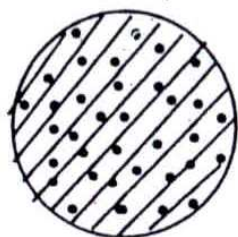
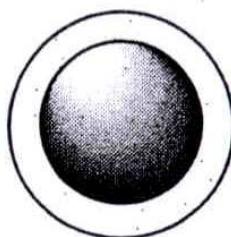
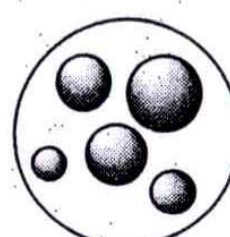
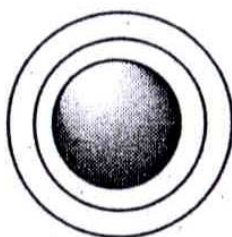
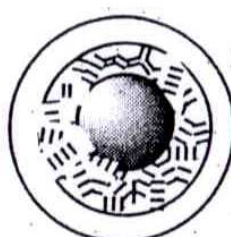
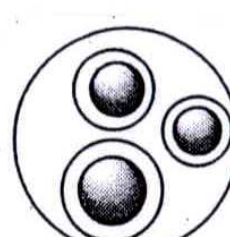
2) TEORETICKÁ ČÁST

2.1) MIKROKAPSULE JAKO ČÁSTICE

Mikrokapsule jsou definovány jako kulovité nebo méně pravidelné částice, většinou ve velikosti v rozmezí zhruba od 50 nm do 2000 μm (případně větší). Skládají se z polymerního obalu a jádra, které je tvořeno aktivní složkou.

Význam mikrokapsulí spočívá v tom, že uvolnění aktivní složky z jádra je kontrolovatelné a řízené. Může proběhnout jak okamžitě, tak i v řádu několika minut nebo dokonce měsíců. Způsob tohoto uvolnění souvisí s řadou parametrů ve stavbě mikrokapsule. Mezi tyto kritéria patří například: poměr mezi velikostmi vrstev obalu a jádra, chemická struktura a molární hmotnost polymeru, velikost částic apod.

Existuje několik základních typů stavby mikrokapsulí. Jejich morfologie závisí na tom, jakým procesem a mechanismem kapsule vznikly a určující je také charakteristika a vlastnosti použitých materiálů. Na obrázku č. 1 jsou znázorněny základní idealizované morfologické typy mikrokapsulí.

**A****B****C****D****E****F**

Obr. č. 1- Morfologické typy kapsulí [1]

Typ „A“ se označuje jako **monolitický**, vyznačuje se bodovým rozložením aktivní komponenty v polymerní matrici. Proto bývají tyto kapsule popisovány v některé další odborné literatuře [2] také jako matricové mikrokapsule.

„B“ je **jednojaderný** typ mikrokapsule. Jádru je zřetelně odděleno od obalu. Vyskytne-li se v odborných člancích sousloví jádro-obal³, je pod tímto pojmem myšlen právě tento typ mikrokapsulí. Jedná se o nejběžnější a nejzákladnější morfologii kapsulí. Také experimentální část diplomové práce bude věnována přípravě a ověření systémů tohoto typu.

„C“ znázorňuje **vícejaderný** typ. Kapsule obsahuje více jednotlivých oddělených jader. Tyto jádra se mohou skládat ze dvou či více druhů aktivních komponent.

„D“ je **dvoustěnná** kapsule. Skládá se ze dvou či více rozdílných polymerních obalů. Jeden druh polymeru může také v tomto případě tvořit polymerní matrici a jeden či více polymerů pak tvoří polymerní obal.

„E“ se označuje jako **dvoujaderný** typ. Jádru tvoří dvě nebo více různých aktivních komponent. Je důležité rozlišovat mezi vícejaderným a dvoujaderným typem. V tomto případě nejsou jednotlivá jádra rozmístěna v polymerní matrici, ale jedno jádro obklopuje druhé (viz obrázek).

„F“ je **mikroenkapsule**. Jedná se o zajímavý případ, kdy jsou uvnitř jedné mikroenkapsule enkapsulovány ještě další mikrokapsule o menší velikosti.

V některé odborné literatuře [3] jsou uváděny i další typy mikrokapsulí, jedná se však spíše o speciální formy. Proto nejsou pro přehlednost znázorněny na obrázku č. 1. Mezi ně patří například i multilamelární typy a různé další struktury mikrokapsulí, ve kterých je polymerní obal tvořen různými shluky polymerů (ve formě různě uspořádaných micel, lamel).

2.1.1) Velikost a vlastnosti mikrokapsulí

Velikost finálních mikrokapsulí je závislá na všech experimentálních proměnných celého systému. Například u mechanických metod výroby je velikost určena parametry jakými jsou průměr extrudéru, rychlost a tlak extruze (vytlačování), ale závisí také na jiných parametrech jako viskozita disperze polymer/aktivní látka. V jiných případech (týká se to např. chemických metod) je velikost matrice mikrokapsulí vytvořených

emulzní primárně kontrolována stupněm polymerace. U ostatních chemických a fyzikálně-chemických procesů je velikost určena tvarem a typem reaktoru, koncentrací aktivních látek a stabilizátorů a stupni disperzního systému.

I další vlastnosti mikrokapsulí závisí na charakteru výroby. Více viz tab. č. 1:

Tabulka č. 1 : Stručná charakteristika některých vlastností mikrokapsulí [2]

Parametr	Popis
Velikost	5 nm až 2 mm
Povrch	Jemný, zvrásněný
Struktura	Homogenní gel, porézní, tuhá, měkká
Poróznost	Velikost pórů v Å, nm nebo µm
Plocha povrchu	5-2000 m ² /g
Hustota	0.2-2 g/ml
Bobtnání	0-50 g/ml v různých rozpouštědlech
Typ polymeru	
Anorganický	Si, Al, Zr
Organický hydrofobní	Polystyren, polymetakryláty
Organický hydrofilní	Polysacharidy, polykarboxyové kyseliny
Kopolymery	Hydrofilní, hydrofobní, proteiny,
Kompozity	Četné možnosti
Stabilita	Biodegradabilní nebo nedegradabilní
Barva	Různé chromofory
Magnetičnost	Oxidy železa aj.

2.1.2) Podíl mezi komponentami jádro/obal

Relativní poměr v hmotnosti obalu a jádra může být vystižen různými způsoby. Mezi nejběžnější patří „**obsah jádra**“, který vyjadřuje procentuální hmotnost jádra v mikrokapsuli a „**poměr jádro/obal**“, který udává hmotnostní poměr mezi jádrem a obalem. Oba tyto způsoby vyjádření posuzují hmotnost jádra relativně k hmotnosti jeho obalu, což je velmi důležité v komerčním smyslu, ale neposkytují nám žádnou informaci o samotné tloušťce obalu ani o způsobu uvolňování aktivní komponenty.

Například ideálně kulovitá mikrokapsule s ideálně kulovitým jádrem (a stejnou hustotou jádra a obalu) a objemem jádra rovným 70% může mít tloušťku obalu jak 5, 6 μm i tloušťku obalu 56 μm (samozřejmě při jiném průměru jádra). Tyto dvě mikrokapsule pak mají velmi rozdílné vlastnosti, stabilitu a mohou se lišit i z hlediska uvolňování aktivní komponenty, i když mají shodný poměr jádro/obal. Také je důležité poznamenat, že všechny výsledné mikrokapsule nejsou úplně shodné.

Je ale určitě žádoucí sledovat poměr jádra a obalu, stejně tak jako konkrétní tloušťku obou částí kapsule. Polymerní obal o dostatečné tloušťce je důležitý hlavně z hlediska stability a skladování mikrokapsulí, ovlivňuje také způsob a rychlost uvolňování aktivní komponenty. Pro výrobce je ekonomičtější slabší vrstva polymerního obalu. Kromě samotných nákladů na materiál je nutné brát v úvahu také náklady na výrobu, manipulaci a skladování kapsulí. Např. velmi silný polyuretanový obal u enkapsulovaných herbicidů je nejen velmi neekonomický, ale i nešetrný i přírodnímu prostředí.

Je nutné vždy zvolit optimální variantu, brát ohled na ekonomické analýzy a snažit se regulovat poměr obal/jádro vzhledem k účelu použití [4].

2.2) POUŽÍVANÉ MATERIÁLY

2.2.1) Polymerní obal

Na mikroenkapsulaci nelze použít všechny syntetické polymery. Některé polymery jsou pro účely mikroenkapsulace více vhodné, některé méně. Za základní kritérium bývá považována **schopnost polymeru adsorbovat se na aktivní látku** tvořící jádro. Je nutná určitá kompatibilita. Princip kompatibility polymer-jádro může být chápán jako možné fyzikálně-chemické interakce (iontové, hydrofobní, vodíkové můstky). Pro vznik kapsulí (při některých metodách, např. při polymeraci) je vždy podmínkou, aby k sobě měly obal a jádro určitou afinitu.

Příklady vhodných polymerů nejčastěji používaných k mikroenkapsulaci jsou uvedeny v tabulce č. 2:

Tabulka č. 2: Rozdílné typy polymerů nejčastěji používaných k mikroenkapsulaci [2]

Druh polymeru	Příklady
Přírodní polymery	
Polysacharidy	Algináty, celulóza, dextrin, chitosan, pektin, škrob, arabská guma...
Proteiny	Kolagen, albumin, kasein, fibrinogen
Polyhydroxykyseliny	Polyhydroxybutyrát...
Semisyntetické polymery	
Deriváty celulózy	Etylcelulóza, metylcelulóza, karboxymethylcelulóza, hydroxymethylcelulóza, acetáty celulózy
Ostatní	Důležité deriváty přírodních polymerů – dextran, některé bílkoviny...
Syntetické polymery	
Polykondenzáty	Polyuretany, epoxidové pryskyřice, silikony, fenolové pryskyřice...
Polyestery	Polyethylentereftalát...
Polyamidy	Nylon, silon....

Dalším neméně důležitým kritériem je **vhodnost daného polymeru k zamýšlenému účelu použití**. Například polymery používané k výrobě mikroenkapsulí určených pro potravinářské účely musí být požitelné, netoxické a zdravotně nezávadné [5]. Polymery používané v zemědělství ekologické [6] apod .

Polymerní obal musí mít rovněž **požadované chemické a mechanické vlastnosti**. Nutná je stabilita, elasticita, pevnost, schopnost neporušit se během výroby, a další vlastnosti související s účelem použití. Vzhledem k praktickému použití je důležitá i ekonomická přijatelnost.

2.2.2.1) Charakteristika vybraných polymerů vhodných k enkapsulaci

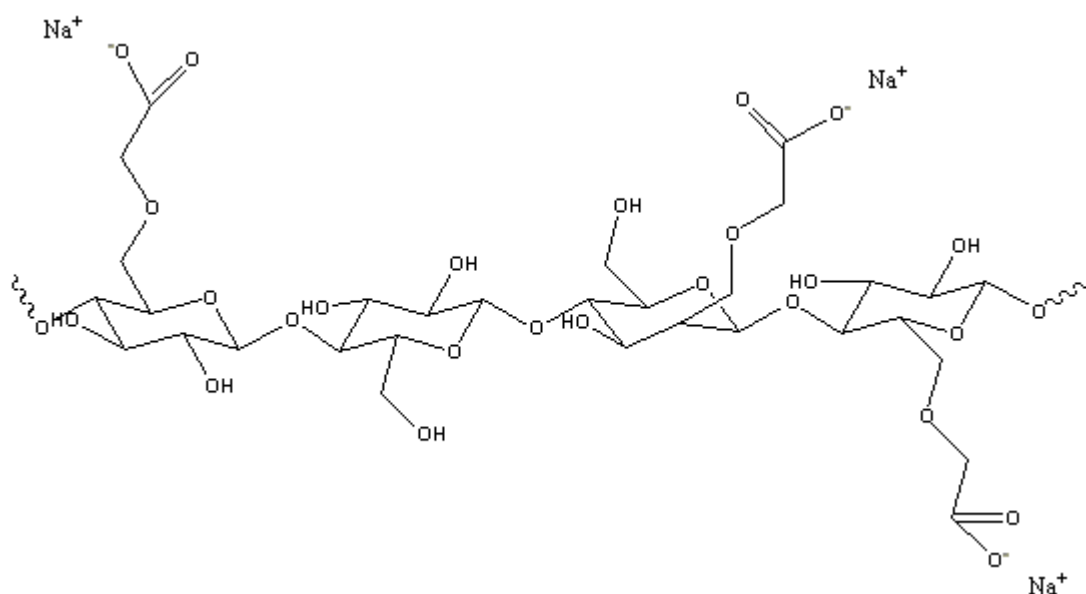
LOVOSA

Lovosa (karboxymethylceluloza, KMC) je sodnou solí éteru celulózy a kyseliny glykolové. Vzorec karboxymethylcelulozy je znázorněn na obrázku č. 2.

Pro technické použití se vyrábí ve dvou druzích [7]:

- Lovosa T 20 - nesusušená, která není zbavena solí ani přebytečné alkality
- Lovosa TS 20 – dále upravená sušením a mletím

Karboxymethylcelulóza je světle okrové barvy, T 20 je vločkovitá a TS 20 je sypká práškovitá hmota do velikosti zrn 2 mm. Používá se jako surovina v tukovém průmyslu při výrobě pracích prostředků, na výrobu vodorozpustných barev, v textilním a papírenském průmyslu, dále pak ve stavebnictví a v naftařském průmyslu. V roztoku se mimo jiné používá také k lepení papírových tapet.



Obr. č. 2: Vzorec karboxymethylcelulozy[36]

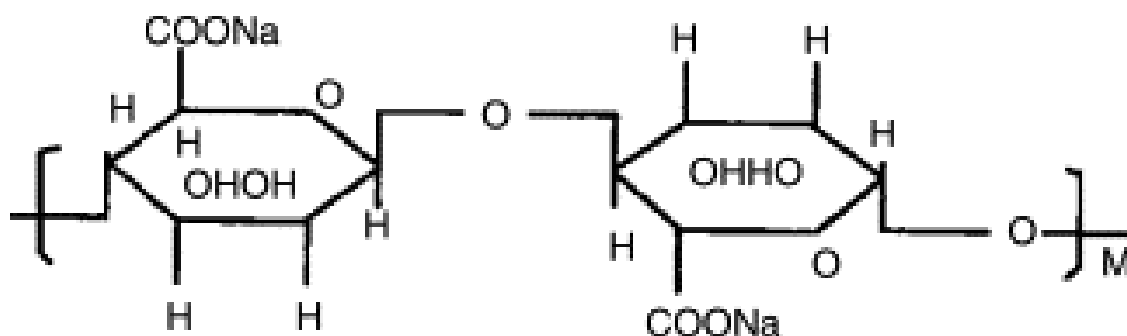
Je třeba ji převážek chráněnou před povětrnostními vlivy, skladovat v suchých, krytých a čistých skladech a chránit před vnějšími vlivy.

ALGINÁT

Algináty jsou zvláštní formy polysacharidů. Vzorec alginátu sodného je zobrazen na obrázku č. 3. Nejznámějším alginátem je alginát sodný - sodium alginate (E 401). Alginát sodný je ve všech mořských řasách. Další druhy jsou na příklad: alginát draselný (E 402), alginát amonný (E 403), alginát vápenatý (E 404). Všechny typy alginátů jsou emulgátory, stabilizátory, želírovací látky, ve větším či menším množství snižují vstřebávání živin a u citlivých osob dráždí kůži.

Alginát sodný je v izolované formě běžně používán v potravinách (např. v majonézách, pekařských výrobcích, v alkoholických nápojích). Alginát sodný či

kyselina alginová se běžně využívá také ve farmakologickém průmyslu (u nás lék Alginete). Alginové kyseliny tvoří v žaludku gel a chrání proti plísním [8].

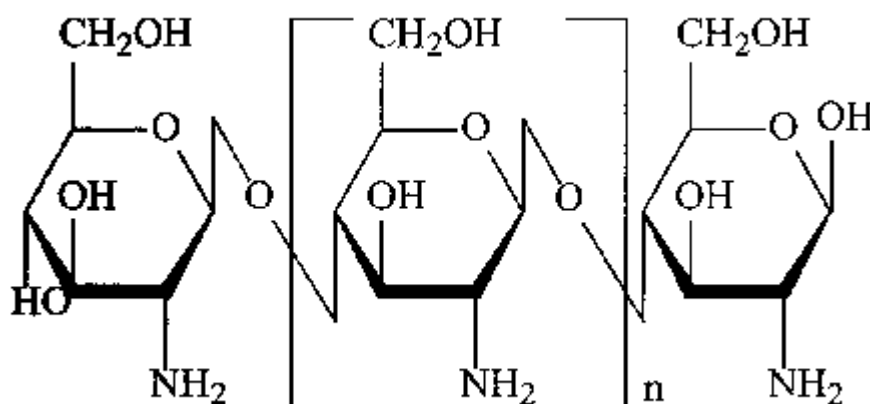


Obr. č. 3: Vzorec alginátu sodného[37]

Alginát sodný se váže ve střevech s radioaktivním stronciem (poločas rozpadu okolo 180 dnů) a zabraňuje tím jeho vstřebávání a včlenění do kostní tkáně.

CHITOSAN

Chitosan je polysacharid vyráběný z chitinu. Chitosan byl objeven v roce 1859 v Německu. Chitosany a chitiny jsou základem a hlavní komponentou ulity krabů, humrů a některých křovkatých druhů hmyzu. Jsou rovněž produkovány některými houbami a hnědými řasami. Odhaduje se, že globální zdroje chitinu z mořských zdrojů činí asi 10 milionů tun a že 150 tisíc tun chitinu je ročně vyrobeno jako vedlejší produkt při zpracování mořských koryšů.



Obr. č. 4: Chitosan [9]

Výroba přírodního chitosanu spočívá v rozemletí ulit mořských živočichů na prášek, následující separaci proteinů, demineralizaci a dehydrataci. Takto vzniklý chitin je deacetylován na chitosan.

Chitin je nerozpustný ve vodě a v kyselinách; chitosan je rovněž relativně ve vodě nerozpustný, avšak v kyselinách se rozpouští (např. v kyselině octové).

V dnešní době najdeme chitosan ve velkém množství suplementů pro snižování nadváhy a hladiny cholesterolu, ať už pouze jako doplněk, či jako hlavní prvek. Zkoumají se jeho vlivy na imunitní systém, antimikrobiální a protinádorové aktivity [10]. O jeho účinnosti v preparátech na hubnutí se vedou diskuse.

ARABSKÁ GUMA

Arabská guma (E414) je přírodní produkt senegalských akácií, která vzniká jako látka vylučovaná kmenem a větvemi. Obvykle se sbírá ručně. Poté co zaschne, se podobá tvrdé jantarové pryskyřici, často se nazývá „slzy“. Je tvořena směsí sacharidů a glykoproteinů. Její hlavní součástí je kyselina arabinová, což je rozvětvený polysacharid složený z L-arabiny, L-rhamnosy, D-galaktosy a parciálně methylované kyseliny glukuronové v poměru 3 : 1 : 3 : 1. Dále obsahuje arabská guma okolo 2% aminokyselin, především hydroxyprolin.

Arabská guma tvoří nejčastěji pomocnou látku - emulgátor, stabilizátor nebo pojivo při výrobě tablet. Arabská guma je velmi rozšířená v potravinářském průmyslu jako emulgátor, zahušťovadlo, zesilovač chuti a zahušťovací látka. Arabská guma je vhodný tvůrce emulzí, který nemá konkurenci mezi syntetickými přísadami. Dodává výbornou trvanlivost stabilitě oleje ve vodních emulzích a ani nezanechává pachů na jazyku [11].

2.2.2) Aktivní jádro

Aktivní komponenta bývá včleněna do polymerního obalu (popřípadě polymerní matrice) v průběhu enkapsulace. Uvést typické příklady aktivních látek je velmi těžké, protože se zásadně liší dle jednotlivých aplikačních oborů. Typ této látky závisí na tom, k čemu je výsledný produkt určen.

Textilní průmysl

V posledních letech se vyvíjí především mikroenkapsulace barviv, pigmentů, změkčovadel, retardérů hoření, parfémových přísad [12], repelentů [13] a dalších.

Chemický průmysl

Tato oblast využití je velmi široká a prolíná se s ostatními odvětvími. Enkapsuluje se řada rozdílných látek, mezi typické a často zmiňované příklady však patří stabilizátory, katalyzátory, zpomalovače hoření, adhezivní komponenty, tvrdidla, organická rozpouštědla, adsorbenty [14], bělící prostředky, plnidla [15], barviva, pigmenty, detergenty, vonné složky, antikorozivní přísady, antistatické přípravky, optické zjasňovače, odpěňovací prostředky, lubrikanty, těkavé látky a další.

Biotechnologie

V oblasti biotechnologií se zapouzdřují biologicky aktivní materiály. Mezi ně patří hlavně enzymy (rostlinné, živočišné, mikrobiální i buněčné), antibiotika, protilátky, biokatalyzátory, akvakultury (určené k pěstování rostlin v živných roztocích bez půdy) nebo dokonce celé buňky či mikroorganismy [16].

Zemědělství

Mezi aktivní látky používané v této oblasti patří hlavně insekticidy [17], skupiny látek působící proti roztočům (acaracidy), proti hlístům (nematocidy), prostředky hubící měkkýše (molluscicidy), hlodavce (rodenticidy), herbicidy, fungicidní prostředky, repelenty, mikrobiální biopesticidy, feromony, speciální hnojiva, nebo dokonce malá semínka.

Kosmetika

V současné době se na trh uvádí řada nových kosmetických produktů využívající mikroenkapsulaci některých látek ke zlepšení výsledných vlastností výrobku. Jedná se hlavně o parfémy, esenciální oleje, hydratační prostředky, lipidy, vitamíny, antimikrobiální látky, antioxidanty, antiperspiranty, deodoranty, UV absorbéry, barviva, pigmenty, hormony, proteiny, detergenty aj.

Elektronika

Oblast elektroniky nepatří k typickým příkladům využití enkapsulace, přesto se však aplikace mikrokapsulí v této oblasti neustále zvyšuje. Jako příklad lze uvést hlavně enkapsulaci některých vodivých elementů, mikromagnetů, zpomalovačů hoření, tekutých krystalů, adheziv, antistatických prostředků a tvrdidel.

Potravinářství

V potravinářském průmyslu se vývoj ubírá směrem k zapouzdřování lipidů, sladidel, chuťových přísad, esenciálních olejů, minerálů, barviv, konzervačních prostředků, mikroorganismů, antioxidantů a dalších.

Grafický průmysl

Nejpopulárnějším produktem je již zmiňovaný bezbarvý kopírovací papír, ve kterém je enkapsulované barvivo [18]. Právě barviva a inkousty jsou nejčastěji používané aktivní látky aplikované v grafickém průmyslu.

Medicína a farmaceutický průmysl

Sem patří široké spektrum aktivních komponent: adsorbenty, alkaloidy, aminokyseliny, analgetika, antibiotika, protilátky, antipyretika, kontrastní látky, enzymy, hemoglobin, hydrocortison, hemoglobin, insulin, sedativa, radioaktivní izotopy, sulfonamidy, vakcíny, vitamíny a další.

2.2.3) Další přísady

Formace mikrokapsulí je velmi proměnlivý a složitý proces. Vzhledem k velmi vysokému počtu druhů polymerů, které lze k výrobě kapsulí použít, existuje i značné množství dalších přídavných materiálů, které mohou být přítomny v polymerním obalu a mají schopnost tak modifikovat některé jeho vlastnosti. Například pigmenty mohou být začleněny do pevného polymerního obalu, který obsahuje leskutvorné přísady nebo další aditiva zlepšující výsledný estetický vzhled produktu. Obdobně může být polymerní obal (již po zformování) zesíťován nebo v něm může být obsažen aktivátor nebo katalyzátor iniciující nebo zrychlující následnou reakci, třeba uvolňování aktivní látky z jádra. Dalším způsobem urychlení uvolňování aktivní komponenty jsou aditiva, která mohou pomoci snížit krystalinitu polymeru.

Během enkapsulace se mohou používat ještě další látky, jejichž účelem není přímo ovlivňovat výsledné vlastnosti produktů, ale napomáhají při vlastní výrobě kapsulí (např. zabraňují jejich shlukování). Takovými látkami jsou např. detergenty. Více viz. další kapitoly (2.3) věnované jednotlivým metodám výroby.

GLUTARALDEHYD

Glutaraldehyd je příkladem pomocné látky často používané k enkapsulaci. Používá se jako zesíťovadlo. Glutaraldehyd obsahuje dvě aldehydické skupiny $\text{OHC}-(\text{CH}_2)_3-\text{CHO}$, díky kterým je schopen se zároveň vázat ke dvěma funkčním skupinám a tak vytvářet můstky, např. mezi dvěma bílkovinnými molekulami. Komerčně se prodává jako vodný, čirý roztok, štiplavého zápachu, s koncentrací až 70 %. Při vyšší koncentraci je však nestálý a obsahuje velké množství degradačních produktů, jako kyselinu glutarovou, akrolein, etanol, oligomery a polymery glutaraldehydu, které sice nemusí v určité kombinaci nepříznivě ovlivnit zesíťování, ale roztok je značně nestandardní a fixace nereprodukovatelná.

Při zesíťování glutaraldehyd reaguje převážně s peptidy a bílkovinami. Rychle reaguje s aminoskupinami. Většina bílkovin začne po styku s glutaraldehydem do 30 s vytvářet průzračné gely, ale dokončení reakce je pomalé a trvá několik hodin. Nereaguje s lipidy, některými polysacharidy. Membrány si po zesíťování glutaraldehydem zachovávají své permeabilní vlastnosti. V průběhu fixace se spotřebovává kyslík, jeho nedostatek v roztoku vede ke zpomalení síťovací reakce a snížení její kvality. Proto např. provzdušňování roztoku či přidavky látek uvolňujících kyslík (peroxid vodíku) zlepšují konečné výsledky zesíťování [19].

2.3) METODIKA VÝROBY MIKROKAPSULÍ

Výroba mikrokapsulí se nazývá enkapsulace (někdy též mikroenkapsulace). Můžeme ji popsat jako zabalování mikročástic aktivní komponenty do polymerní matrice za účelem zvýšení její účinnosti, stability, nebo kvůli ochraně životního prostředí (více viz. tab. č. 3). Požadované charakteristiky polymerních obalů mohou být ovlivňovány vysokým počtem (řádově stovek) rozdílných metod, procedur a operací.

Výsledné vlastnosti produktu lze řídit právě volbou metody výroby. Od použité metody výroby se pak odvíjí také chemický mechanismus reakce. Je popsána řada experimentálních výsledků, ale předvídání výsledných vlastností je ale stále velmi obtížné.

Existují dokonce i úsměvné názory, že „mikroenkapsulace je více uměním, než exaktní vědou“ [2].

Tabulka č. 3 : Hlavní důvody enkapsulace [1]

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Separace reaktivních složek ve směsích• Směsi nemísitelných nebo nekompatibilních materiálů• Ochrana vůči prostředí• Ochrana okolního prostředí• Konverze kapalin nebo pevných látek na prášky (pufry)• Maskování zápachu nebo testování medikamentů• Kontrolované a časované uvolňování• Transport aktivních látek do specifického místa• Zajištění semipermeabilní membrány pro kontrolovaný transport, difúze do a vně jádrové substance |
|---|

Základní metody lze rozdělit na tři hlavní kategorie: na metody chemické, fyzikálně-chemické a mechanické, každá s mnoha podkategoriemi. Během těchto metod probíhá formace polymerního obalu různými mechanismy.

Mezi **chemické metody** řadíme především polymeraci a polykondenzaci. Jsou to procesy, během nichž vzniká polymer přímo na místě.

Tím se tyto liší postupy liší od metod **fyzikálně – chemických**, během nichž je formován již vzniklý polymer. Mezi tyto postupy patří například koacervace, vyloučení rozpouštědla, síťování apod. Toto členění je však pouze orientační a slouží pro základní přehled. Některé postupy leží na rozhraní chemických a fyzikálně – chemických metod. Tak je tomu např. v případě zesíťování.

Mechanické postupy zahrnují různé varianty sprayování, extruze, srážení par, mletí na mikročástice apod. Opět existují postupy na pomezí mezi mechanickými a fyzikálně – chemickými metodami. Záleží na konkrétním sledu a významu jednotlivých operací.

Použití různých metod je limitováno druhem používaného materiálu, jednotlivé metody vyžadují určité vlastnosti polymeru a nejsou vhodné pro všechny typy látek.

2.3.1) Chemické metody výroby

Mikroenkapsulace chemickými metodami zahrnuje polymeraci a polykondenzaci. Všechny tyto procesy produkují dispergovaný, emulgovaný nebo srážený polymer a

jsou vhodné pro přípravu monolitických, jednojaderných i vícejaderných mikrokapsulí. Chemické metody (hlavně pak polymerace) mají široké využití při výrobě mikrokapsulí především v textilním a grafickém průmyslu.

2.3.1.1) Polymerace

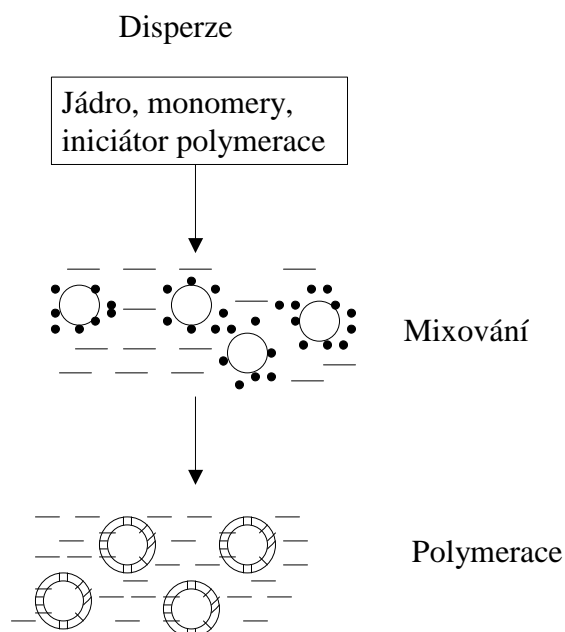
Mikroenkapsulace polymeračním procesem je velmi vhodná pro některé druhy kapsulí, ale bohužel není v současné době použitelná na výrobu všech produktů. Mikrokapsule lze připravovat disperzní a emulzní polymerací. Během disperzní polymerace je jádro včleněno nebo obaleno právě vznikajícím polymerem, proto bývá tato polymerace někdy nazývána jako polymerace „in situ“ (tj. na místě).

Polymerace je řetězová chemická reakce velkého počtu molekul monomeru, při níž vznikají dlouhé makromolekuly polymeru. Při této reakci se nevytvářejí žádné vedlejší chemické produkty, chemické složení polymeru je stejné jako chemické složení monomeru. Produktem polymerace je makromolekulární řetězec, který narůstá do své délky ve velmi krátké době. Pro zahájení polymeračního procesu, tak jako každé chemické reakce, je nutno přivést do systému určité množství chemické energie, která přivádí reagující látky do aktivní formy, v níž jsou schopny příslušné chemické reakce. Podle druhu aktivních částic pak rozlišujeme polymeraci radikálovou, iontovou a koordinační. Rychlost polymerace a velikost vznikajících makromolekul je dána rychlostmi jednotlivých dílčích dějů, ze kterých se proces polymerace skládá – z počátku reakce (iniciace), jejího růstu (propagace) a ukončení (terminace) [20].

Metodicky se polymery vyrábějí několika základními způsoby. Chemicky nejjednodušší je polymerace samotného monomeru. Je – li polymer v monomeru rozpustný, vzniká s postupující polymerací stále viskóznější roztok, který nakonec ztuhne na blok zajímavější tvar reakční nádoby (bloková polymerace). Tento způsob logicky nelze využít k výrobě mikrokapsulí.

Disperzní polymerace

Na obr. č. 5 je znázorněn postup přípravy mikrokapsulí prostřednictvím disperzní polymerace.



Obr. č. 5: Znázornění mikrokapsulí vytvořených disperzní polymerací [1]

Během disperzní polymerace monomer polymeruje radikálově. Monomer obsahující iniciátor se rozptýlí mícháním ve vodě na malé částčky. Distribuce jejich velikostí, je určena podmínkami míchání, čímž se překonává povrchové napětí, směřující ke spojení všech částček. S postupující přeměnou monomeru na polymer (konverzí) stoupá viskozita a lepkavost částček a stoupá nebezpečí jejich slepení ve velké shluky. Tomu lze předejít přidáním dalších přídatných látek.

Mikroenkapsulace pevných částček disperzní polymerací je relativně přímou metodou proveditelnou v případě, že má jaderná substance značně vyšší afinitu k monomeru než k polymeračnímu médiu. Nejvhodnější je rozptýlení částic jádra mixováním, jehož účelem je rozptýlení částček v nemísitelné kapalině (polymeračním médiu). Tímto způsobem lze vyrobit monolitické, jednojaderné i vícejaderné kapsule. Vlastnosti výsledného produktu závisí mimo jiné na rychlosti míchání a na schopnosti jaderné substance udržet si během polymerace svou individualitu a nereagovat s kapénkami monomeru.

Příprava **monolitických (matricových) typů** mikrokapsulí může být zajištěna rozpouštěním (nebo dispergováním) jadrové substance v monomeru během polymerace. Opět zde musí být splněna podmínka, že materiál tvořící jádro musí mít vyšší afinitu k monomerní fázi než k polymerčnímu médiu.

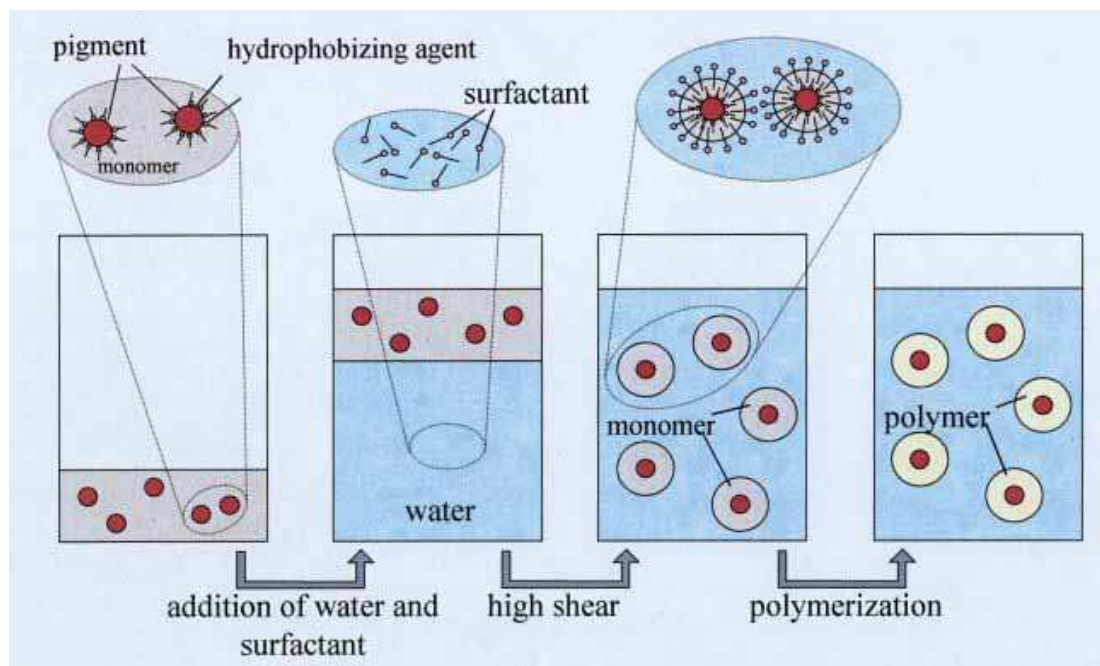
Formace **jednojaderných mikrokapsulí** s kapalným jádrem disperzní polymerací je obdobná formaci kapsulí s pevným jádrem. V případech mikroenkapsulace, kde není kapalně jádro kompatibilní s monomerem, musí být nejprve tento materiál dispergován v monomeru (v přítomnosti vhodného stabilizátoru) do zformování emulze voda/olej. Tato emulze je pak dál míchána a dispergována ve vodě (v přítomnosti stabilizátoru). Tím se získá suspenze (voda/olej)/voda. Následuje polymerace a získáme tak kapalně jádro uvnitř kompatibilního polymerního obalu [2].

Emulzní polymerace

Emulzní polymerací se rozumí pochod, jímž **vzniká polymer z částic monomeru mechanickým rozptýlením ve vodě, obsahující emulgátor a iniciátor**. Při emulzní polymeraci je ve vodě nerozpustný monomer dispergován ve vodné fázi pomocí emulgátoru. Pro iniciaci typické emulzní polymerace se využívají iniciátory rozpustné ve vodě, zpravidla redox systémy. Kromě základních složek – monomeru, vody jako disperzního média, emulgátoru a iniciátoru obsahuje obvykle reakční systém ještě regulátor pH, příp. další pomocné složky. Princip mikroenkapsulace emulzní polymerací je znázorněn na obrázku č. 6.

Po smísení nepolárního či málo polárního monomeru s vodnou fází, ve které jsou micely emulgátoru (micely vznikají v důsledku chemické amfolytické struktury emulgátoru), se monomer za účinného míchání disperguje do malých kapiček. K jejich povrchu difundují molekuly emulgátoru a pokrývají celou plochu. Radikály generované ve vodné fázi pronikají do micel zbobtnalých monomerem a iniciují polymerizaci. Ke vzniku polymeru tedy dochází pouze v micelách. Monomer je do micel doplňován difuzí z kapiček monomeru přes vodnou fázi. První radikál infiltrovaný do micely zahajuje růst polymerního řetězce, druhý způsobí okamžitou terminaci. Objem micel, v nichž probíhá polymerace se zvětšuje. Takto vznikající polymerní částice se nazývají latexové částice. V závěrečné fázi polymerizace klesá reakční rychlost v souladu s tím, že kapičky monomeru již vymizely a není žádný další přísun monomeru do latexových částic. Na začátku této fáze se v praxi často polymerizace přerušuje. Finálním produktem polymerizace je **latex – emulze polymerních částic**. Polymer pak lze izolovat vysrážením, vymražením či odpařením vodné fáze [21].

Mikroenkapsulace emulzní polymerací se může zdát více komplikovaná než předchozí metody. V tomto případě je monomer emulgován v polymeračním médiu, ale jinak je mikroenkapsulační mechanismus velmi podobný disperzní polymeraci.



Obr. č. 6: Princip mikroenkapsulace prostřednictvím emulzní polymerace [22]

V této oblasti přitahuje zájmy hlavně enkapsulace rozdílných druhů léčiv do obalu tvořeného poly-alkyl-cyanoakrylátem. Nerozpustná, (nebo téměř nerozpustná léčiva) jsou jemně dispergovaná v pufru o nízkém pH a po kapkách se přidává monomer. Jedná se o zajímavý příklad anionické polymerace, při níž je iniciátorem velmi nízká koncentrace HO^- skupin. Vznikají tak monolitické kapsule, jejichž aktivní jádro tvoří léčiva. Mikroenkapsulace značně rozpustných látek (např. hodně rozpustných léčiv) je touto cestou nepraktická.

2.3.1.2) Polykondenzace

Polykondenzace je reakce, při níž reagují dva stejné nebo různé monomery, které obsahují dvě nebo více reakčních funkčních skupin. Dochází tak k postupnému nárůstu molekulové hmotnosti. Je to sled stejných opakujících se reakcí funkčních skupin výchozích látek. Ke vzniku polymeru je třeba, aby výchozí sloučeniny měly potřebný počet funkčních skupin, a to nejméně dvě v každé molekule vzájemně reagující komponenty. V průběhu reakce nevzniká pouze polymer, ale i nízkomolekulární produkt (např. voda, amoniak...).

Z hlediska mikroenkapsulace byla v roce 1960 jako první popsána metoda mezifázové polykondenzace během přípravy umělých buněk. Od této doby se tyto metody značně rozšířily na nejrozličnější komerčně využívané produkty

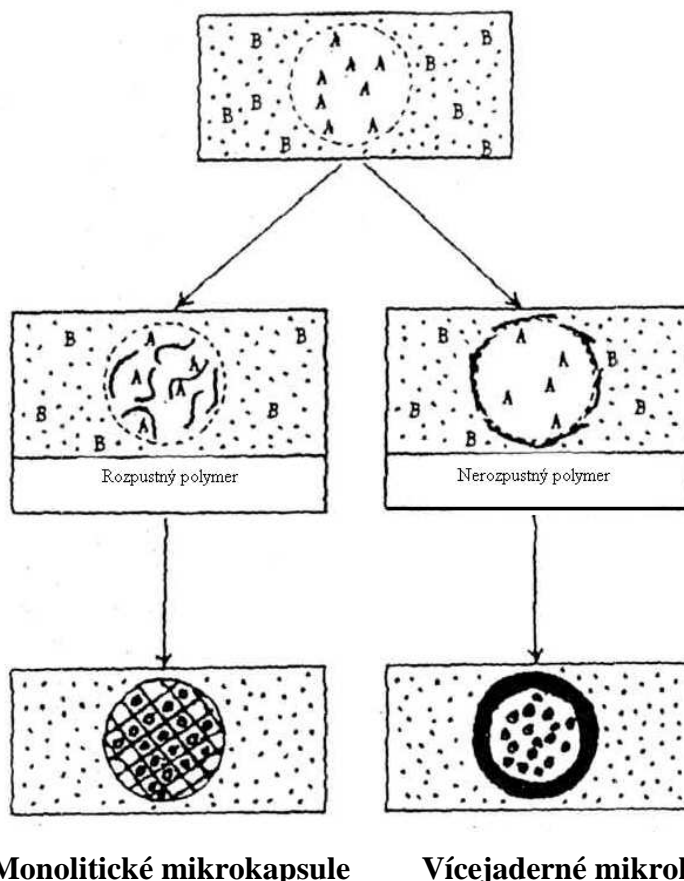
mikroenkapsulace. V posledních letech stojí ve středu zájmu především mikroenkapsulace pigmentů a některých léčiv emulzní polymerací. Podobné postupy jsou používány také při formaci mikrokapsulí, do nichž jsou včleněny biologicky aktivní materiály (enzymy) a adsorbenty (živočišné uhlí) [1].

Pro přípravu mikrokapsulí metodou polykondenzace je nutná formace dvoufázové směsi v přítomnosti vhodného stabilizátoru. Další detaily jsou v podstatě obdobné jako u disperzní polymerace. Způsob, jakým jsou mikrokapsule formovány (a tudíž i jejich struktura) je ovlivněn rozpustností kapének polykondenzátu. Dva krajní případy vedoucí formaci monolitických nebo vícejaderných kapsulí jsou uvedeny na obrázku číslo 7.

Jestliže jsou zprvu vytvořené oligomery vysoce rozpustné v kapkách, potom rostou uvnitř kapek. To probíhá bez ohledu na to, kde se formují. Kapky se potom stávají hlavním centrem polykondenzace a doslova vytahují monomer z média – vznikají tak plně tuhé částice (monolitické mikrokapsule). V opačném případě, jestliže jsou zprvu vytvořené oligomery nerozpustné v kapkách, potom rostou na rozhraní. Z polymerních (oligomerních) řetězců se rychle vytvoří tenká monomolekulární membrána okolo kapek. Tento způsob polykondenzace vede k vytvoření jednojaderných mikrokapsulí.

Typickým příkladem mikroenkapsulace mezifázovou polykondenzací vedoucí k formaci vícejaderných kapsulí dle obrázku č. 5 je formace **nylonových kapsulí**. Tento proces zahrnuje kondenzaci diaminu s diacid chloridem v suspenzi voda/olej. Vlastní proces se dá shrnout do třech základních fází [1]:

- 1.) Vodní roztok obsahující diamin a substanci, která bude tvořit jádro (např. enzym), je tlumivým roztokem udržován na stále hodnotě pH. Tento roztok je pak smíšen s organickým médiem v přítomnosti vhodného stabilizátoru a výsledná suspenze je kontinuálně míchána.
- 2.) K této suspenzi přidáme roztok diacid chloridu ve stejném organickém činidle a dál pokračujeme v míchání až do požadovaného stupně polykondenzace (obvykle je to několik minut). V této fázi vzniká polymerní obal kolem vodních kapének a formují se tak kapsule.
- 3.) Následuje zředění, cezení, filtrace nebo odstředění (to závisí na velikosti částic).



Obr. č. 7:: Mechanismus formace monolitických a vícejaderných kapsulí mezifázovou polykondenzací[1]

2.3.2) Fyzikálně – chemické metody

Mezi fyzikálně – chemické metody se řadí tři základní metody přípravy mikrokapsulí: extrakce rozpouštědla, zesíťování a koacervace. Tyto metody leží na hranici chemických metod a vzájemně se prolínají. Mikrokapsule vyrobené metodou koacervace mohou být také následně zpevněny zesíťováním apod. Toto členění je však považováno za přehledné a pro základní klasifikaci velmi vhodné.

2.3.2.1) Extrakce a evaporace rozpouštědla

Extrakce a evaporace rozpouštědla se používá pro přípravu mikrokapsulí prostřednictvím rozpouštění nebo dispergace jádrové substance v roztoku polymeru. Roztok polymeru obsahující jádrovou substanci je pak dále dispergován v nemísitelné kapalině do formy nesourodých kapének. Následné odstranění rozpouštědla vede k formaci mikrokapsulí. Tato operace vede k přípravě monolitických nebo jaderných mikrokapsulí. Důležité je, aby substance tvořící jádro byla rozpustná nebo aby byla schopna tvořit jemnou disperzi v roztoku polymeru.

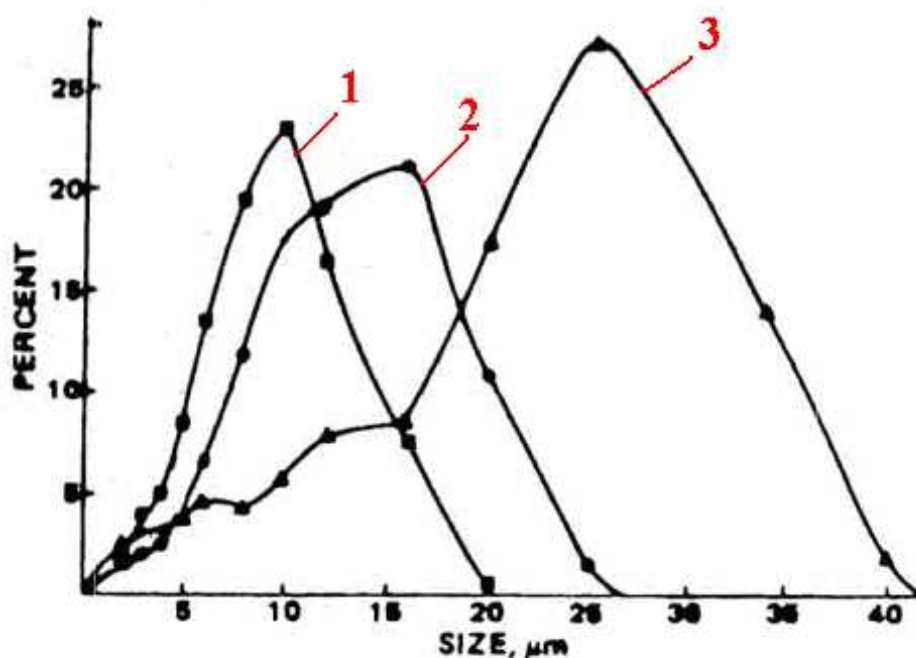
Extrakce rozpouštědla vede k odstranění rozpouštědla. Rozpouštědlo se odstraní promícháním s vhodným srážedlem polymeru (mísitelná kapalina rozpouštědlo vyluhuje).

Evaporace (vypařování) zahrnuje plynulé snížení tlaku nebo termální evaporaci rozpouštědla prostřednictvím méně těkavé nemísitelné kapaliny (difúze do nemísitelné kapaliny probíhá prostřednictvím vypařování z média).

Formaci mikrokapsulí prostřednictvím extrakce rozpouštědla lze rozdělit na tři základní fáze: formace kapsulí, jejich stabilizace a následné zpevnění [1].

Formace kapsulí

Nejdůležitějším dějem probíhajícím během míchání jsou srážky částic dvoufázového systému. Částice se mezi sebou plynule srážejí, spojují se a pak se opět rozdělují. Tento děj by měl v ideálním případě trvat až do rovnoměrného rozložení distribuce velikostí částic. To, jak je velký rozptyl ve velikosti částic a za jak dlouho se dosáhne přijatelné hodnoty, je závislé na mnohých parametrech systému. V grafu na obr. č. 8 můžeme sledovat zajímavý příklad zmenšování průměrné velikosti částic a zužování křivky distribuce velikosti částic spolu s delší dobou míchání.



Obr. č. 8: Časová závislost distribuce velikosti částic (systém albumin v chloroform-toluenu) [1]

křivka č. 1 – nejdelší doba míchání

křivka č. 2 – střední doba míchání

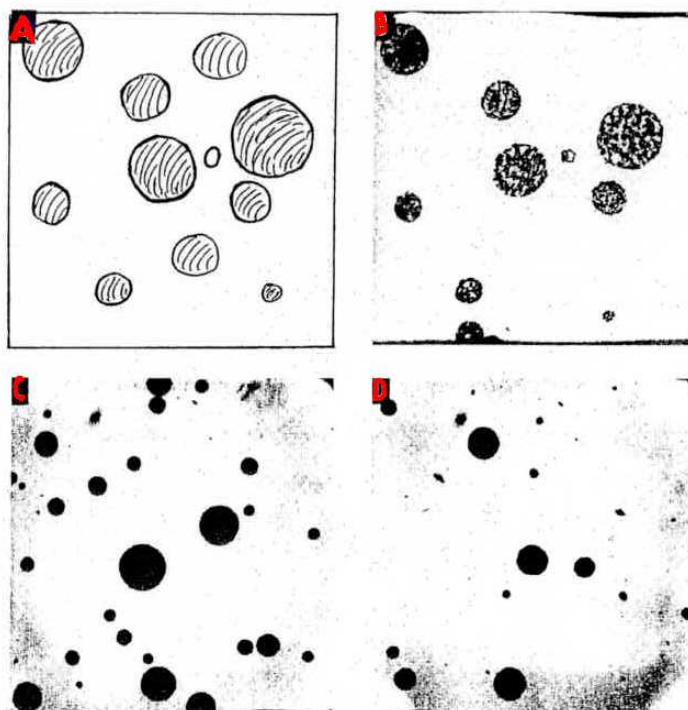
křivka č. 3 – nejkratší doba míchání

Zpevňování kapsulí

Zpevňování kapsulí během jejich výroby metodou extrakce rozpouštědla probíhá ve fázi, během které se z řetězců polymeru odstraňuje rozpouštědlo a tyto řetězce se počínají formovat do tvaru polymerního obalu (nebo matrice). Výsledná struktura mikrokapsulí je silně závislá na stupni odstranění rozpouštědla a na dalších parametrech tohoto procesu.

Obrázek č. 9 [1] názorně zobrazuje fázi zpevňování kapsulí vlivem odstranění rozpouštědla:

- **7A** - schematické znázornění kapsulí (nebo spíše kapének polymeru) v momentě jejich vzniku, za předpokladu, že obsahují 80 obj.% rozpouštědla
- **7B** – krátce po jejich vzniku už rozpouštědlo přechází do vodné fáze, kapsule obsahují záhy jen 60- 70% rozpouštědla, mají vyšší viskozitu
- **7C** – tato fáze nastává např. po několika hodinách při snížené teplotě a při sníženém tlaku, většina rozpouštědla už opustila kapsuli, zde již můžeme mluvit o přijatelně pevných kapslích se zbytky rozpouštědla
- **7D** – úplným odstraněním rozpouštědla vznikají pevné mikrokapsule s relativně drsným povrchem, za povšimnutí stojí také zmenšení jejich průměrné velikosti



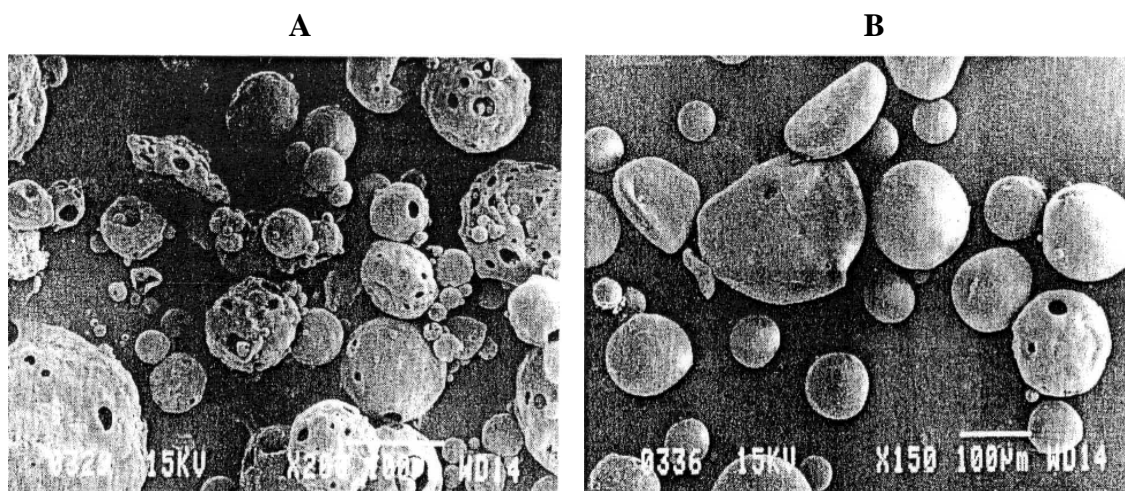
Obrázek č. 9: Zpevňování kapsulí vlivem odstranění rozpouštědla
(systém aceton – chloroform a copoly lactid – glycolid ve vodném médiu) [1]

Stabilizace kapsulí

Jak již bylo zmíněno, odstraňování rozpouštědla vede ke vzniku relativně pevných mikrokapsulí. Tyto kapsule se však vzájemně srážejí a mají větší tendenci se spojovat než rozdělovat. Tato skutečnost může vést ke vzniku koagulátů (hlavně při příliš rychlém a neplynulém odstranění rozpouštědla). Problém tvorby koagulátů může být překonán přidáním malého množství stabilizátoru. Tento stabilizátor vytvoří kolem kapsulí ochrannou vrstvu a zmírní stupeň koagulace.

Formace mikrokapsulí prostřednictvím extrakce a evaporace rozpouštědla je nejčastěji zmiňována především při přípravě biodegradabilních mikrokapsulí na bázi polyhydroxykyselin. V posledních letech stojí v popředí zájmu také příprava kapsulí z polyethylentereftalátu s proteinovým jádrem.

Největším problémem této metody ale zůstává fakt, že během odstranění rozpouštědla může někdy zůstat vzniklý obal porézní nebo na povrchu zvrásněný, s četnými dírkami (viz obr. č. 10). Dle posledních výzkumů [23] lze tomuto jevu předejít vhodným zvolením hmotnostního poměru jádro/obal. Zlepšení přináší větší procentuální hmotnost polymerního obalu (vztaženo k hmotnosti jádra).



Obrázek č.10: Vliv poměru jádro/obal na povrch mikrokapsulí vyrobených extrakcí rozpouštědla (A- jádro 80 hmot. %, B- jádro 65 hmot.%) [1]

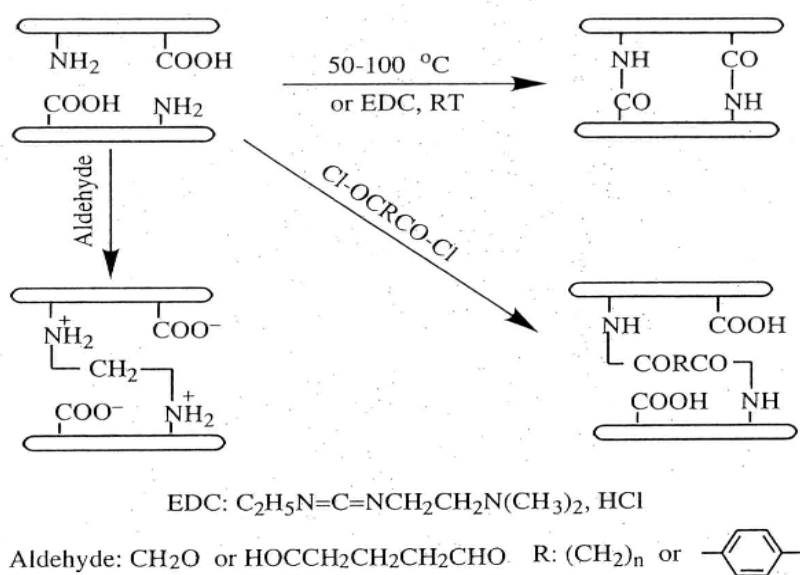
2.3.2.2) Zesíťování

Proces výroby mikrokapsulí metodou zesíťování by se dal rovněž shrnout do třech stejných základních fází: formace kapsulí, jejich stabilizace a následné zpevnění. Formace kapsulí také probíhá obdobným, v kapitole 2.3.2.1 již popsaným

mechanismem. Avšak proces zpevňování kapsulí probíhá zcela odlišně. Přeměna vzniklých kapének polymeru na odpovídající poměrně pevný polymerní obal probíhá procesem zesíťování.

Zesíťování je poměrně specifická metoda, kterou nelze aplikovat za použití kterýchkoliv typů polymerů a vyrobit tak všechny druhy mikrokapsulí. **Je nutná především přítomnost polymerů nesoucích vhodné reaktivní chemické skupiny.** Nejčastěji se využívají proteiny, polysacharidy, a některé syntetické polymery obsahující amino- nebo hydroxylové skupiny (např. polyvinylalkohol). K těmto materiálům jsou pak kompatibilní pevná jádra nebo jádra tvořená olejovými substancemi.

Pod pojmem zesíťování polymerních řetězců rozumíme vzájemné spojování polymerních řetězců za vzniku prostorové sítě (viz obr. č. 11). Vzhledem k ohromné délce makromolekulárních řetězců stačí přídavek zcela malého množství síťovacího činidla, aby prudce vzrostla molekulová hmotnost. Zesíťováním ztrácejí polymery rozpustnost, tavitelnost a termoplasticitu a naopak získávají vyšší odolnost. Vlastní zesíťování může probíhat různými mechanismy.



Obrázek č. 11: Typické reakce probíhající při zesíťování používané při přípravě mikrokapsulí suspenzním zesíťováním [1]

Ke vzniku prostorové sítě může dojít například polykondenzací nebo polyadací tří a vícefunkčních monomerů, kopolymerací monomerů, z nichž alespoň jeden má vyšší

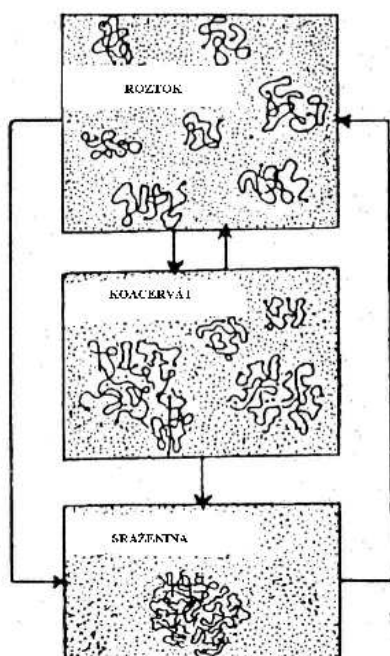
funkčnost než 2. Lze také zabudovat příčné vazby mezi lineární makromolekulární řetězcem [20].

Schopnost zesíťování při enkapsulaci ovlivňuje koncentrace polymeru. Záleží také na polymerní struktuře a molární hmotnosti polymeru. Vysoká molární hmotnost a koncentrace polymeru může vést ke vzniku velmi málo pružných polymerních obalů. A naopak, zředěné necyklické polymery o nízké molární hmotnosti s přidavkem malého množství nesíťovacího činidla dávají vzniknout relativně porézním polymerním obalům.

V praxi jsou však velmi důležité empirické zkušenosti, aby bylo možné přesně řídit výsledné vlastnosti (hlavně uvolňovací mechanismus) mikrokapsulí zpevněných mechanismem zesíťování s určitou jistotou.

2.3.2.3) Koacervace

Koacervace byla první ze studovaných mikroenkapsulačních metod a byla také první metodou, která našla praktické využití (příprava bezbarvého kopírovacího papíru [24]). Nicméně princip a provedení koacervace je o něco více komplikované než u ostatních, dříve popsaných metod.



Slovo „coacervus“ pochází z latiny a znamená „hromada“ nebo „kupa“. Jedná se o formaci makromolekulárních agregátů v důsledku neúplné rozpustnosti v homogenizovaném polymerním roztoku. Tyto agregáty je možné sledovat na obrázku č. 12 ve srovnání s polymerním roztokem a sraženinou.

Obrázek č. 12: Schematické znázornění polymerního koacervátu ve srovnání s roztokem a sraženinou[1]

Koacervace v nejjednodušší formě může být pochopena na příkladu následujícího experimentu:

Je připraven vodný roztok želatiny a je udržován při teplotě kolem 40-60°C. Po kapkách přidávaný etanol k tomuto roztoku vede ke vzniku a formaci dvou fází, z nichž jedna má vyšší koncentraci želatiny. Zmíněná fázová separace želatiny se uskutečňuje, protože interakce mezi vodou a etanolem jsou v tříložkovém systému mezi složkami želatina - voda - etanol více účinné než interakce voda – želatina. Toto vede i ke vzrůstajícímu počtu srážek mezi jednotlivými molekulami polymeru, proto se začnou tvořit již zmíněné agregáty a koacerváty [1].

Na polymer bohatá fáze se obvykle označuje jako **koacervační fáze** a druhá fáze (obsahující malé množství polymeru) jako **koacervační médium**.

Kromě přidavku etanolu může být koacervace želatiny provedena různými dalšími činidly (polární organická rozpouštědla, fenoly aj.). Koacervace želatiny je předmětem mnoha studií a recenzí [25]. Pro přípravu mikrokapsulí metodou koacervace jsou nejběžněji studovanými polymerními materiály vedle želatiny ještě ethylceluloza a arabská guma.

Mikroenkapsulovaný materiál (aktivní jádro) by měl být nerozpustný (nebo alespoň částečně nerozpustný) v polymerním roztoku (koacervačním médiu). Rozpustné materiály je třeba před enkapsulací převést do nerozpustné formy. Na příklad ve vodě rozpustné materiály mohou být začleněny do oleje a dispergovány v polymerním roztoku ve formě malých olejových kapének.

Mechanismus formace mikrokapsulí

Jak již bylo zmíněno, postupné přidávání nerozpustného činidla do polymeru vede k počátku fázové separace. Vznikají tak mikroskopické koacervační kapénky (primární koacervační jádra), na které může být pohlíženo jako na shluk několika částečně nerozpustných polymerních molekul. Když se rozsah koacervace zvětšuje, kontinuálně se tyto kapénky zvětšují. Když se v této fázi koacervační směs nemíchá a není do směsi přidán žádný stabilizátor, může to vést k formaci makroskopické fázové separace [1].

Materiál tvořící aktivní jádro by měl být do směsi rozmíchán během postupné koacervace polymerních řetězců a tvořící se koacerváty by do sebe měly částice jádra včlenit. Mimo to lze materiál tvořící jádro přidat také během nebo po proběhnutí fázové separace, zde je však nutné zajistit vysoce kontinuální homogenizaci směsi během celého procesu přípravy. Je také nutný přídavek stabilizátoru za účelem

zabránění koagulace vznikajících mikrokapsulí. V praxi je však určitý stupeň koagulace sice nežádoucí, ale bohužel také neodvratitelný, což může vést ke vzniku menšího počtu velkých multinukleárních mikrokapsulí.

Popsaný mechanismus je samozřejmě značně zjednodušený. Bez ohledu na přesný mikroenkapsulační mechanismus, formace mikrokapsulí je závislá na poměru polymer/jádro, na přítomnosti, typu a koncentraci použitého stabilizátoru a na dalších charakteristikách systému. Vliv má samozřejmě také povaha koacervačního média. Optimalizace parametrů výsledných mikrokapsulí ale musí být provedena empiricky.

Vzniklé mikrokapsule je zpravidla nutné ještě zpevnit. To se může provést na příklad odstraněním zbytkového polymerního roztoku, které spočívá v ochlazení a vypírání nerozpustným činidlem (pro želatinu např. etanol). Existují ale i jiné způsoby, např. zesíťovací reakce popsaná v kapitole 2.3.2.3.

Jedním z nejdůležitějších parametrů u mikroenkapsulace různých materiálů pomocí koacervace je kompatibilita polymerního koacervátu s materiálem, tvořícím jádro. Toto může být v praxi poněkud komplikováno vlivem dalších koacervačních podmínek zahrnujících teplotu, pH, ionogenitu nebo polaritu rozpouštědla a přítomnost jakýchkoli přísad, které mohou být přítomny buď záměrně nebo nechtěně. Existují i odborné studie těchto parametrů [25].

2.3.3) Mechanické metody

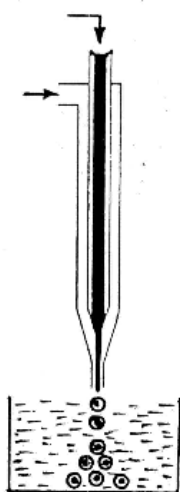
Mechanické metody zahrnují řadu různých procesů (vytlačování, sprejování, fluidní nános...). Mechanické metody formace mikrokapsulí jsou založeny na speciálních přístrojích a vybavení. Mohou zajistit poměrně rychlou výrobu mikrokapsulí a používají se především ve farmaceutickém průmyslu. Jejich systematické studie jsou ale v poslední době méně časté, pozornost je nyní věnována spíše chemickým a fyzikálně-chemickým metodám.

2.3.3.1) Vytlačování přes trysku

Vytlačování (extruzi) lze technologicky provádět několika různými způsoby. V nejjednodušší formě si lze vytlačování představit na příkladu injekční stříkačky vstřikující mikrokapsulační směs do zpevňovací lázně. Tímto způsobem vznikají monolitické mikrokapsule. Zpevňování kapalných mikrokapének na pevné částice může poběhnout různými mechanismy. Je zpravidla nutné přidat malé množství vhodného stabilizátoru kapének, aby se zabránilo koagulaci vznikajících mikrokapsulí.

Dvoukapilární extruzní zařízení

Dvoukapilární extruzní zařízení se používá k výrobě jednojaderných typů mikrokapsulí. Schematické znázornění jednoho z možných zařízení je zobrazeno na obr. č. 13.

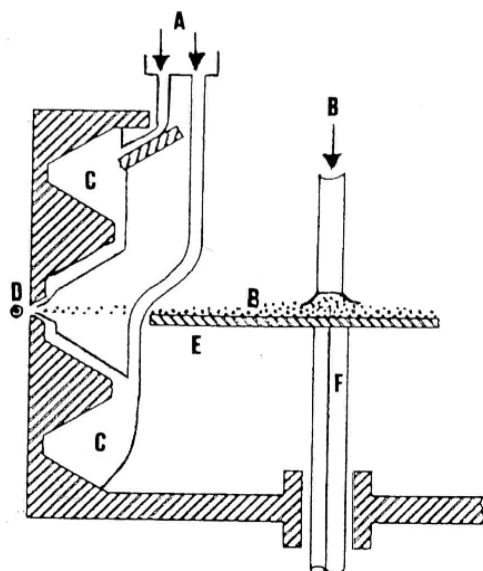


Koaxiální kapiláry jsou naplněny jadernou substancí a polymerním materiálem. Jaderná substance se nalije do vnitřní trubice a polymerní materiál do vnější. Je důležité, aby oba materiály byly nemísitelné tekutiny. Polymerní materiál může být aplikován ve formě roztoku i taveniny. Na špičce extruzního zařízení je umístěna tryska, skrz kterou oba materiály jednotně protékají, což vede ke vzniku jednojaderných mikročástic. Ty protékají do vhodného média, kde probíhá zpevnění těchto mikročástic na výsledné mikrokapsule chlazením, extrakcí rozpouštědla, zesíťováním (apod.).

Obrázek č. 13: Koaxiální dvoukapilárního zařízení[1]

Válec s centrálním rotačním diskem

Existují i jiné další typy přístrojů pro výrobu mikrokapsulí extruzní metodou. Další z alternativ je na obrázku č.14. Jedná se také o zařízení pro výrobu jednojaderných



mikrokapsulí. Základem je válec s centrálním rotačním diskem. Princip formace mikrokapsulí je velmi podobný jako u koaxiálního dvoukapilárního zařízení. Lze také použít polymerní roztok i taveninu, který je dávkován do žlábků A, odkud se dostává do otvoru C. Jaderný materiál dávkovaný do trubice B je protláčen centrálním rotačním válcem E mezi polymerní materiál [1].

Obr. č. 14: Schematické znázornění zařízení pro výrobu mikrokapsulí centrálním rotačním diskem[1]

Centrální rotační válec je poháněn rotorem F. Disk uprostřed válce, na němž je nanesen jaderný materiál, rychle rotuje a vlivem odstředivé síly jemně rozptýlené kapénky

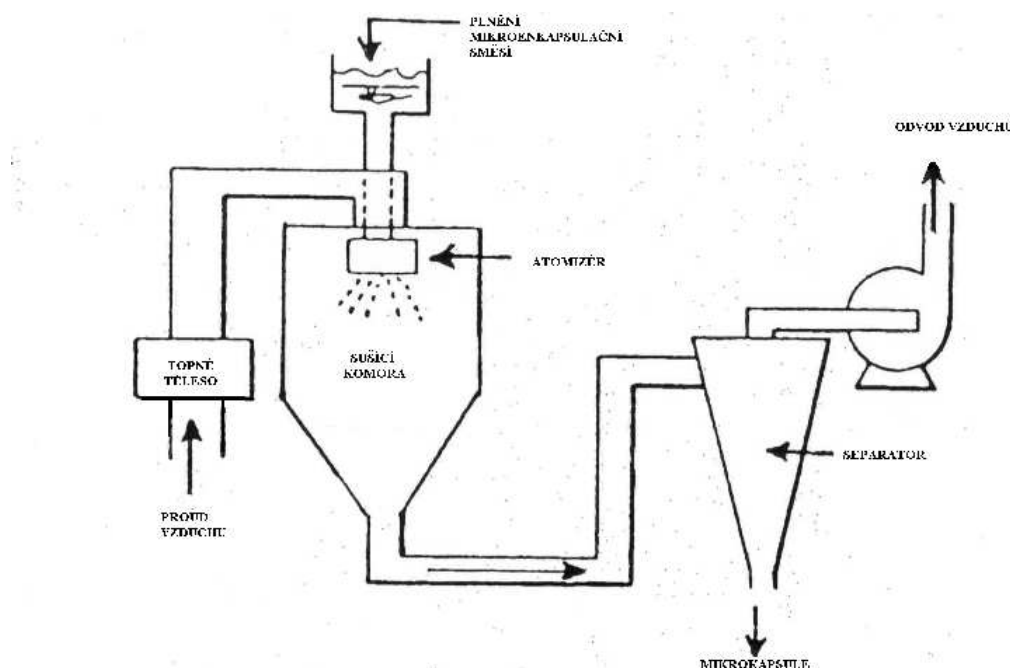
jádrového materiálu nepřetržitě proudí mezi polymerní materiál. Polymerní materiál kapénky v prostoru těsně před tryskami (či spíše otvory ve válci **D**) obklopuje, což způsobuje pohlčení jádrového materiálu a tvorbu mikrokapsulí. Mikrokapsule jsou pak zpevněny, což může opět probíhat různými mechanismy (zesítnění apod.). Zařízení s centrálním válem je dobře fungující metodou pro výrobu mikrokapsulí, využívá se s různými drobnými obměnami pro celou řadu produktů. Další podrobnosti jsou popsány v odborné literatuře [26].

Centrifugální extruze s recyklací

Často je technologie rotačního centrálního disku kombinována se zařízením, které zpracovává nadbytek polymerního materiálu [27]. V principu tvorby mikrokapsulí není v porovnání s běžným přístrojem s centrálním rotačním diskem rozdíl. Polymerní materiál nepoužitý na tvorbu mikrokapsulí je ale recyklován, zatímco vzniklé mikrokapsule jsou zpevňovány.

2.3.3.2) Sprejování

Mikroenkapsulace procesem sprejování zahrnuje dispergaci jádrové substance do polymerního roztoku a následné sprejování této směsi do horké komory.



Obrázek č.15: Zařízení pro mikroenkapsulace procesem sprejování [1]

To vede k evaporaci rozpouštědla a tudíž k formaci kapsulí. Toto zařízení je schematicky znázorněno na obrázku č.15. Atomizérem je míněna jemná dispergace směsi do podoby mikropének prostřednictvím sprejování. Polymerní roztok obsahuje dispergátor. V sušící komoře se pak pomocí proudu horkého vzduchu odpařuje ze směsi rozpouštědlo. Vzniklé mikrokapsule jsou transportovány do separátoru, kde pak probíhá jejich regenerace. Hlavní nevýhodou této metody je odvod vzduchu, který obsahuje rozpouštědlo. To je samozřejmě z ekologických důvodů zcela nepřijatelné, je nutné zbavit odváděný vzduch zbytků rozpouštědla. Tento problém samozřejmě odpadá, je-li použitým rozpouštědlem voda [1].

V potravinářském průmyslu se často procesem sprejování vyrábějí mikrokapsule s obalem z polysacharidů (modifikovaný škrob nebo arabská guma) a aktivní substancí v podobě aromatických látek nebo látek s příchutí. Rozpouštědlem je v těchto případech voda. Teplota v sušící komoře se pohybuje kolem 180°C. Přírodní aromatické substance jsou často relativně těkavé, jedná se zejména např. o aldehydy, ketony, ethery a estery. Zajímavou otázkou je fakt, jak mohou tyto látky přežít evaporaci rozpouštědla v sušící komoře. Odpovědí je pravděpodobně skutečnost, že polysacharidy jsou pro tyto látky relativně nepropustné a polymerním obalem, proto tak snadno neprocházejí. Voda se vypařuje z mikrokapsulí snadněji, než začleněné komponenty. Stupeň zadržení aktivních substancí uvnitř mikrokapsulí je ale samozřejmě velmi závislý na obsahu vlhkosti ve finálních mikrokapsulích a na relativní vlhkosti používaného proudu vzduchu. Někteří autoři sledují i vliv dalších charakteristik (molární hmotnost použitého polymeru, jeho koncentrace, velikost vzniklých mikročástic atd.) [28].

Prostřednictvím metody výroby mikročástic pomocí sprejování vznikají méně uniformní mikrokapsule ve srovnání s ostatními metodami. Vznikají částice s širokým rozpětím tvarů a velikostí. Mají zřetelně rozdílnou strukturu od odlišných - poměrně jednotných mikrokapsulí vznikajících např. během chemických metod.

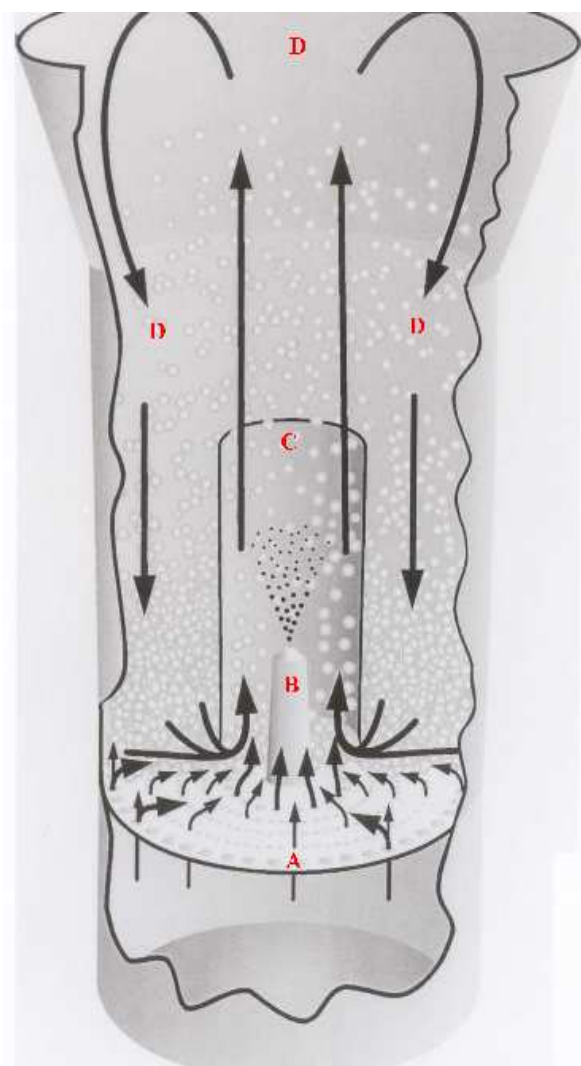
Další metody sprejování

Problémy se ztrátou aktivních látek během evaporace rozpouštědla při vysokých teplotách v sušící komoře vedly k vyvíjení řady dalších alternativních metod [29]. Tyto metody se odlišují od metody popsané v kapitole 2.3.3.2 způsobem desolvatace (odstranění rozpouštědla). Provádí se např. sprejování do tekoucího oleje, do dehydratačního média, sprejování s následným rychlým ochlazením nebo zmražením

apod. Jedna z těchto alternativ (sprejování do dehydratačního média) bude popsána, provedena a vyhodnocena v rámci experimentální části práce (viz. kapitoly 3.3.3.1.2 a 4.3.1.2).

2.3.3.3) Fluidní nános

Výroba mikrokapsulí fluidním nánosem obalového polymeru nalézají uplatnění především ve farmaceutickém průmyslu. Tato metoda je v odborné literatuře často nazývána jako Wursterův proces. Existuje také řada dalších speciálních procesů



založených na nánosu aerosolů nebo sublimátů, ty však mají relativně omezené využití [30]. Výroba mikrokapsulí fluidním nánosem byla objevena v padesátých letech Dale E Wursterem [31]. Princip Wursterova procesu je shodný s obecným fluidním principem (– způsobem, využívající velké styčné plochy mezi plynnou fází a jemně rozptýlenou tuhou fází, která je udržována ve vzduchu – tzv. metoda vznosu).

Schematicky znázorněný princip výroby mikrokapsulí fluidním nánosem je znázorněn na obrázku č.16. Částice jádra jsou umístěny ve spodní části centrální komory C a jsou prostřednictvím proudu horkého vzduchu vyfukovány vzhůru centrálním válcem. Polymerní roztok je sprejován

Obrázek č.16: Zařízení pro mikroenkapsulaci fluidním nánosem[1]

A - proud horkého vzduchu prostupující dnem válce

B - sprejování polymerního roztoku

C - centrální komora

D - sušící část válce ve tvaru prstence

pomocí trysky **B**, vzhůru centrálním válcem **C**. Vířící polymerní kapénky obalují během transportu vzhůru částičky jádra. Když částice dospějí do horní části válce, jsou již částečně obalené polymerním obalem a začnou se pohybovat směrem dolů částí válce **D** (tvar prstence). Během cesty dolů jsou vysušovány. Když se přiblíží ke dnu válce, proud vzduchu je opět přesměruje do centrální části válce **C** a celý proces se cyklicky opakuje až do dosažení požadované tloušťky polymerního obalu[1].

Výsledné vlastnosti vzniklých mikrokapsulí jsou závislé na řadě charakteristik fluidního procesu, jakými jsou např. rychlost sprejování polymerního roztoku; rychlost, teplota a vlhkost používaného proudu vzduchu apod. Obdobné zařízení se dá také s úspěchem využít pro výrobu víceštěnných mikrokapsulí [32].

2.3.4) Další mikroenkapsulační metody

Na základě popisu předchozích metod pro výrobu mikrokapsulí je zřejmé, že jsou tyto způsoby velmi rozmanité. Existuje ještě celá řada dalších rozdílných variací a modifikací. V odborné literatuře je popsáno velké množství nekonvenčních inovačních postupů. V této kapitole jsou uvedené některé z nich:

Extruze skleněnou membránou

Protlačováním vhodného polymerního roztoku (nebo taveniny) obsahujícího jadernou substanci skrz skleněnou membránu s jednotně velkými póry může dojít k formaci mikrokapsulí [33]. Tato nová metoda vede ke vzniku relativně jednotných uniformních mikrokapsulí.

Povrchové obalování na základě opačné polaritý jádro/obal

Částice jádra nesoucí kladný nebo záporný náboj ochotně adsorbují opačně nabitý polymerní obal. Tento fakt je studován a je vyvíjena jedna z nových mikroenkapsulačních metod. V odborné literatuře je tímto způsobem popsána mikroenkapsulace aspirinu do kopolymeru akrylátu a metakrylátu [34].

Autoenkapsulace

Jedná se o jednoduchou metodu začleňující pesticidy do polymerního obalu tvořeného škrobem. Polymerní roztok je připraven ze škrobu a želatinačního činidla. Pesticid, škrob a želatinační činidlo jsou homogenizovány až do vzniku aglomerátů ve velikosti

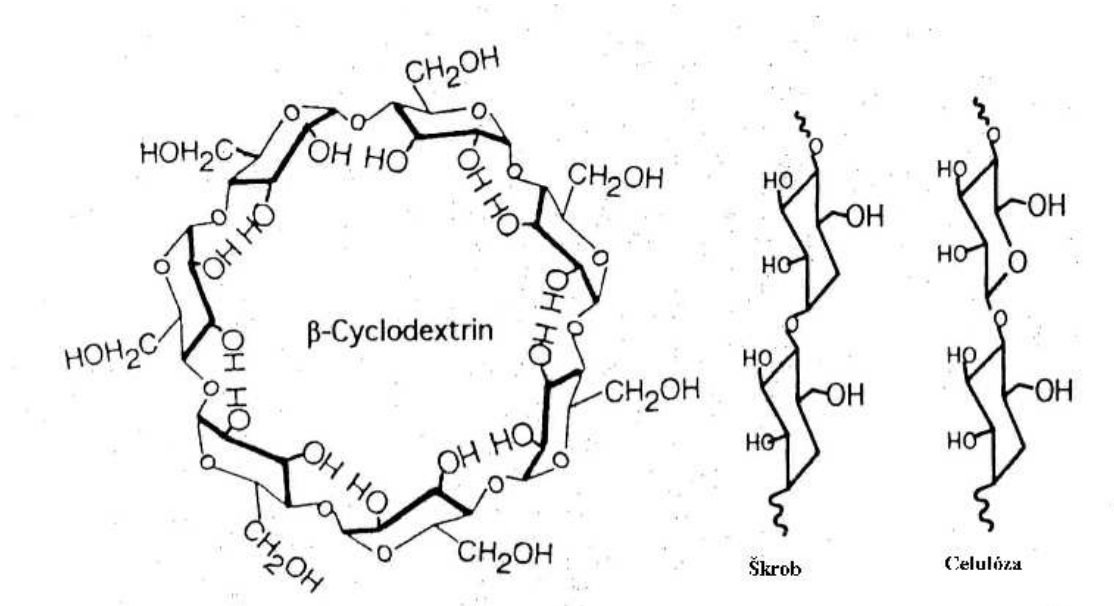
od 400 do 1200 μm . Po přidání vody do této směsi dojde ke vzniku gelu a začlenění pesticidu [33].

Kokrystalizace

Kokrystalizace (někdy též koprecipitace) bývá častěji pokládána za mikroenkapsulační proces v obecném slova smyslu, spíše než za enkapsulační metodu. Zahrnuje současnou krystalizaci (nebo precipitaci) materiálu tvořícího jádro a polymerního obalu. Proces je relativně jednoduchý a může nalézt uplatnění zejména tam, kde se nevyžaduje velká tloušťka polymerního obalu. Zatím se studuje především v rámci potravinářského průmyslu [33].

Molekulární inkluze

Pomocí výše uvedených metod se vyrábí mikrokapsule, které mohou sloužit pro běžné použití. Materiál tvořící jádro je fyzikálně včleněn do polymerního obalu a hrozí zničení mikrokapsule oxidací, nebo pokud např. tvoří jádro těkavá látka, tak i odpařením aktivní substance. Jednou z metod, která zajišťuje „chemické“ včlenění aktivní substance do polymerního obalu je molekulární inkluze do cyclodextrinů [35].



Obrázek č.17: Chemická struktura β - cyclodextrinu ve srovnání s celulózou a škrobem[1]

Na obrázku číslo 17 je schematicky znázorněna chemická struktura β - cyclodextrinu. Molekuly aktivní substance se během enkapsulace včleňují dovnitř „dutiny“ cyclodextrinových molekul. Data prezentovaná jednou z výzkumných studií [35]

poukazují na to, že takto vzniklé mikrokapsule mají dlouhou životnost (nezměněny po desetileté periodě). Tato metoda bude ještě podrobněji popsána a provedena v rámci experimentální části práce (viz. kap. 4.4.1). Její největší nevýhodou je ale nesporně fakt, že β - cyklodextrin je velmi drahý materiál a proto je aplikace v praxi velmi omezená.

3) EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1) CÍLE EXPERIMENTÁLNÍ ČINNOSTI

Cílem experimentální části diplomové práce je detailně popsat technologii enkapsulace a experimentálně ověřit vybrané postupy výroby mikrokapsulí. Cílem experimentální části byly shrnuty do těchto bodů:

1. Základní výzkum v oblasti enkapsulace.
2. Příprava mikrokapsulí chemickými, fyzikálně-chemickými a mechanickými metodami.
3. Charakteristika připravených mikrokapsulí - výpočet velikosti a distribuce částic, stanovení objemových poměrů jádro/obal, porovnání těchto charakteristik u jednotlivých použitých metod pro přípravu mikrokapsulí.

3.2) POPIS POUŽITÝCH ZAŘÍZENÍ A PŘÍSTROJŮ

3.2.1) Mechanický homogenizátor

Během experimentů v rámci diplomové práce byl použit homogenizátor Ultra – Turrax T 25 basic firmy IKA – viz obr. č. 18.



Jedná se o výkonný přístroj pro mechanickou dispergaci materiálů v objemech od 0,5 ml do 2 000 ml. Přístroj je vybaven pohonem, příkon/výkon 600/350W. Umožňuje volbu otáček od 11000 do 24000 otáček za minutu.

Přístroj umožňuje široké spektrum použití. Byl využíván nejen k homogenizaci směsí polymerního obalu a jádra, ale také k tvorbě roztoků polymeru. Umožňuje rozmělnění disperzních systémů (suspenzí i emulzí).

Obr. č. 18: Homogenizátor Ultra – Turrax T 25

3.2.2) Ultrazvukový homogenizátor

Byl použit ultrazvukový homogenizátor Sonopuls HD 3200 německé firmy Bandelin Electronics (viz obr. č. 19).



Obr. č. 19: Příklad Sonopuls

Přístroj Sonopuls umožňuje homogenizaci směsí o objemech od 2 ml do 1000 ml s volbou amplitudy od 10 do 100 %. Jedná se o přístroj se zabudovanou časomírou, digitálně ovládatelný.

3.2.3) Magnetické míchadlo

Bylo použito zcela běžné magnetické míchadlo typu MM2A firmy Laboratorní přístroje Praha.

Jedná se o magnetické míchadlo s ohřevem a kovovou deskou. Pracuje na principu točivého magnetického pole. Elektromagnety jsou zalisovány do těla míchadla.

Otáčky se nastavují pomocí otočného regulátoru, bez možnosti zpětné kontroly. Lze nastavovat otáčky v rozmezí od 50 do 1000 za minutu.

3.2.4) Lucia G – analýza obrazu



Lucia je obrazově analytický program vyvinutý pro snímání, analýzu a archivaci obrazu. Je užíván v přírodních vědách, v materiálovém průzkumu a v kontrole kvality. Systém využívá optický přístroj (mikroskop), kameru (nebo digitální fotoaparát), počítač a softwarové vybavení. Softwarové vybavení určené pro snímání, ukládání a proměřování objektů pomocí myši.

V základní programové výbavě jsou na příklad následující prvky:

- nastavení snímací kamery
- živé zobrazení na monitoru
- snímání jednotlivých snímků
- úprava sejmutého obrazu základními nástroji (kontrast, doostření...)
- ruční proměřování délek, ploch a úhlů s výstupem dat (export do MS Excel)
- vkládání textů a šipek do obrázků
- ukládání obrázků do různých formátů

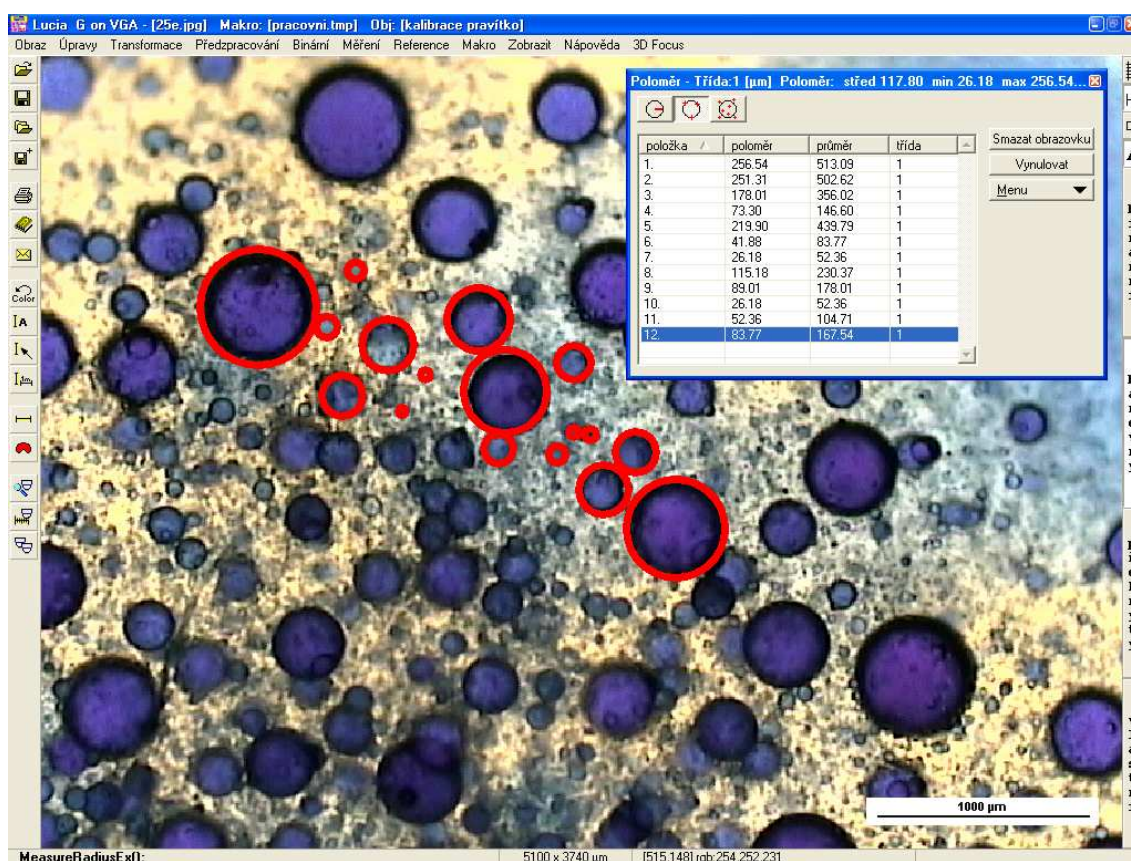
LUCIA G je analyzátor barevného obrazu, který zpracovává a analyzuje digitální obrazy s rozlišením 752 x 524 pixelu. Barevné obrazy se skládají ze tří složek RGB, které představují intenzitu červené, zelené a modré složky. Pro každou složku jsou hodnoty jednotlivých bodů obrazu pro systém LUCIA G v intervalu 0 až 255. Jak již bylo řečeno, tento software umožňuje komunikaci mezi snímacím zařízením a počítačem. Výstupní informací těchto tří zařízení je obraz, připravený k dalšímu zpracování v softwaru LUCIA G. Tímto zpracováním můžeme získat barevné a morfologické informace o zkoumaných objektech a nebo vhodně zpracovaný obraz použitelný pro dokumentaci. LUCIA G používá pro uchování obrazové informace svůj vlastní formát tzv. LIM, který je vytvořen kompresí a uchovává v sobě uživatelem definované informace o sejmutém obrazu. V systému Lucia se dá také přímo ukládat do standardních obrazových formátů jako např. BMP, TIF, JPEG a další.

Systém obrazové analýzy Lucia vyrábí a dodává pražská firma Laboratory Imaging s. r. o., je dostupný v pěti jazycích (včetně češtiny).

Software Lucia byl v rámci diplomové práce používán pro snímání a ukládání obrazu. Byla díky němu rovněž proměřena distribuce velikosti částic v jednotlivých systémech a tloušťka jejich polymerního obalu. Měření je pokročilou a komplexní technikou obrazové analýzy. Začíná kalibrací systému LUCIA, následuje kvantitativní vyhodnocení obrazu a končí vyhodnocením a prezentací dat.

Bohužel se neosvědčila funkce prahování obrazu, která umožňuje rozdělit obrázek pomocí prahování na objekty a pozadí. Objekty je pak možno hromadně změřit. Tato funkce detekuje pixely s RGB intenzitami v rozsahu specifikovaném funkcí „definice prahování po složkách“. Bohužel se nepodařilo přesně definovat parametry pro segmentaci barevných složek obrazu, proto bylo vhodnější a hlavně přesnější jednotlivé mikrokapsule označit a proměřit je zvlášť.

Obrázek č. 20 znázorňuje okno softwaru Lucia G 4.61, v němž je na ukázkou označeno několik náhodně vybraných částic.



Obr. č. 20 : Označení částic v softwaru Lucia

3.3) POPIS PRACOVNÍCH POSTUPŮ

Experimenty v rámci diplomové práce byly prováděny dle pracovních postupů uváděných níže.

U mikrokapsulí vyráběných z karboxymethylcelulozy bylo použito 5 různých koncentrací polymeru a z každé koncentrace bylo vyrobeno 6 soustav o různých poměrech mezi polymerem a aktivní látkou (celkem tedy 30 soustav, z každé proměřena velikost 200 částic, celkem 6000 dat). U dalších polymerních obalů již nebylo pokládáno za nutné proměřovat vliv koncentrace a poměru polymer/aktivní látka na distribuci velikosti částic, protože soubor takto získaných dat byl dostatečně rozsáhlý, aby měl odpovídající statistickou výpovědní hodnotu a měření tak velkého počtu dat bylo velmi časově náročné.

Proto byly u dalších typů polymerních obalů provedeny úvodní orientační pokusy, za účelem zjistit přiměřenou koncentraci polymeru a experimenty níže popsané byly provedeny pouze s jednou koncentrací polymeru a s jedním poměrem polymer/aktivní látka, tak jak bylo na základě předchozích experimentů považováno za vhodné. Následující pracovní postupy popisují finální experimenty s „vhodnou“ koncentrací a „vhodným“ poměrem polymer/jádro, ze kterých byly odebrány vzorky a podrobeny obrazové analýze.

3.3.1) Chemické metody výroby mikrokapsulí

Metody prováděné v rámci experimentální části diplomové práce leží často na pomezí chemických a chemicko – fyzikálních metod. Následující přehledné členění je proto spíše orientační.

3.3.1.1) Polymerace

3.3.1.1.1) Příprava mikrokapsulí z karboxymethylcelulozy

Chemikálie

Barvivo rozpustné v oleji (Ceres Blau RR)

Destilovaná voda

Karboxymethylceluloza (Lovosa)

Tekutý parafin (Paraffinum Perliquidum, Tamda, šarže 384606)

Zařízení

Homogenizátor

Software Lucia

Vaříč

Postup

Byl připraven 1% vodný roztok karboxymethylcelulózy. Do tohoto roztoku pak byla přidána aktivní substance tvořící jádro (olej). Z důvodů lepší viditelnosti byl tento olej obarven modrým barvivem. Směs barviva a oleje byla 1%, pro zvýšení rozpustnosti barviva byla po dobu 5 minut zahříván na 50°C. Bylo vyrobeno šest různých soustav, které se lišily poměrem objemu polymeru vůči objemu aktivní látky. Obdobně byly připraveny roztoky 2%, 3%, 4% a 5% karboxymethylcelulózy a z každé koncentrace pak 6 soustav lišících se poměrem polymeru a aktivní látky. Soustavy byly pro přehlednost označeny číslicemi od 1 do 30. Označení soustav, které bude používáno v dalším textu vystihuje následující tabulka :

Tabulka č. 4 : Označení soustav připravených z Lovosy

Označení systému						Poměr polymeru a aktivní látky (=oleje)
Koncentrace Lovosy	1%	2%	3%	4%	5%	
Soustava č.	1	7	13	19	25	9 ml karboxymetylcelulózy + 1 ml oleje
Soustava č.	2	8	14	20	26	8 ml karboxymetylcelulózy + 2 ml oleje
Soustava č.	3	9	15	21	27	7 ml karboxymetylcelulózy + 3 ml oleje
Soustava č.	4	10	16	22	28	6 ml karboxymetylcelulózy + 4 ml oleje
Soustava č.	5	11	17	23	29	5 ml karboxymetylcelulózy + 5 ml oleje
Soustava č.	6	12	18	24	30	4 ml karboxymetylcelulózy + 6 ml oleje

Každá ze soustav byla po dobu 1 minuty míchána na homogenizátoru při 11 000 otáčkách za minutu a podrobena obrazové analýze.

Za použití softwaru Lucia byla sledována distribuce velikostí částic v soustavách a objemy jádra v mikrokapsulích. Z každé soustavy bylo proměřeno celkem 200 mikrokapsulí.

3.3.1.1.2) Příprava alginátových kapsulí s vonným olejem

Chemikálie

Alginát sodný (firma Sigma – Aldrich)

Barvivo rozpustné v oleji (Ceres Blau RR)

CaCl₂ (chlorid vápenatý)

Destilovaná voda

Vonný olej (esenciální olej Salus – zelené jablko firmy H&M Břeclav)

Zařízení

Homogenizátor

Software Lucia

Vaříč

Postup

2 ml vonného oleje obsahující 1% barviva rozpustného v olejích (modř Ceres Blau) se smíchalo s 8 ml vodného roztoku alginátu sodného o koncentraci 1%. Směs se mixovala homogenizátorem při 11 000 ot/min po dobu 1 minuty. 4 g této směsi se pipetou nadávkovaly do 10 g lázně obsahující CaCl₂ o koncentraci 1%. Čas reakce byl 5 minut. V této fázi byl odebrán vzorek a ten byl podroben obrazové analýze, byla proměřena velikost 200 a objem jádra u 100 částic. Výsledné alginátové kapsule se praly v destilované vodě a byla sledována jejich stabilita.

3.3.1.1.3) Příprava mikrokapsulí z polyvinylalkoholu

Chemikálie

Barvivo rozpustné v oleji (Ceres Blau RR)

Destilovaná voda

Polyvinylalkohol (Vinyl alcohol pure polymerized, spolek pro chem. a hutní výr. Praha)

Tekutý parafin (Paraffinum Perliquidum, Tamda, šarže 384606)

Zařízení

Homogenizátor

Software Lucia

Vaříč

Postup

Bylo připraveno 10 ml 5 % vodného roztoku polyvynilalkoholu. Tato směs byla ještě dál rozptýlena v suspenzním prostředí – v oleji. (10 ml prostředí, 4 ml roztoku polyvynilalkoholu). Výsledná směs byla smíchána se 3 ml minerálního oleje obsahující 1% barviva rozpustného v olejích (modř Ceres Blau) a po dobu 1 minutu míchána na homogenizátoru při 11 000 ot/min. Výsledné mikrokapsule byly podrobeny obrazové analýze a za použití softwaru Lucia byla proměřena velikost 200 částic a objem jádra u 100 částic.

3.3.1.2) Emulzní polymerace**3.3.1.2.1) Emulzní polymerace s polyakrilonitrilem****Chemikálie**

NaCl (chlorid sodný p.a. Lachema Neratovice)

Polyakrilonitril (PAN)

Povrchově aktivní látka (mýdlo)

Persíran draselný ($K_2S_2O_8$)

Zařízení

Vaříč

Ultrazvukový homogenizátor

Postup

K 250 ml roztoku polyakrilonitrilu byl přidán 1% roztok mýdla v poměru 1:1. Směs byla po dobu 3 minut homogenizována za pomoci ultrazvukového homogenizátoru při amplitudě 50%. Dále bylo dodáno 0,1 g persíranu draselného. Polymerace probíhala při 60°C po dobu 45 minut. V této fázi byl odebrán první vzorek (fotografie viz obr. č. 40).

Poté byla směs nalita do vroucího roztoku 500 ml NaCl. V této fázi byl odebrán druhý vzorek a podroben obrazové analýze (fotografie viz obr. č. 41).

3.3.1.2.2) Příprava částic z polymethylmetakrylátu

Chemikálie

Barvivo rozpustné v oleji (Ceres Blau RR)

Destilovaná voda

Povrchově aktivní látka (emulgátor)

Methakrylát

NaCl

Persíra draselný

Zařízení

Büchnerova nálevka

Homogenizátor

Software Lucia

Ultrazvukový homogenizátor

Vaříč

Postup

Do baňky o objemu 500 ml bylo nalito 0,3 ml povrchově aktivní látky (emulgátor), 100 ml destilované vody, 0,1 persíranu draselného a 15 ml metakrylátu (monomer). Směs byla homogenizována na ultrazvukovém homogenizátoru po dobu 3 minut při amplitudě 50%. Obsah baňky byl zahříván na vodní lázni a během 30 minut byla teplota postupně zvyšována ze 60°C na 85°C. Po vyrovnání teplot se polymerovalo 60 minut při teplotě 85°C a pak se teplota zvýšila na 95°C a polymerovalo se dalších 60 minut. Tím se prakticky docílilo 100% konverze.

Vzniklý latex byl za stálého pomalého míchání nalit do vroucího roztoku 500 ml 15% NaCl. V tomto stadiu byl odebrán vzorek – snímek viz obr. č. 43. Sraženina byla odfiltrována, vysušena a podrobena pozorování.

3.3.2) Fyzikálně-chemické metody výroby mikrokapsulí

3.3.2.1) Suspenzní zesíťení

3.3.2.1.1) Příprava chitosanových mikrokapsulí se zpevněním pomocí kyseliny citronové

Chemikálie

Barvivo rozpustné v oleji (Ceres Blau RR)

Destilovaná voda

Chitosan (firma Fluka)

Kyselina citronová

Kyselina octová (99,8% p.a; Lachema a.s.)

Tekutý parafin (Paraffinum Perliquidum, Tamsa, šarže 384606)

Zařízení

Homogenizátor

Software Lucia

Vařič

Postup

Nejdříve bylo připraveno 10 ml 3% roztoku chitosanu ve vodném roztoku obsahující 5 g/l kyseliny octové. Tato směs byla ještě dál rozptýlena v suspenzním prostředí – v oleji (10 ml prostředí, 4 ml připraveného roztoku chitosanu). S touto směsí byly smíchány 4 ml minerálního oleje obarveného modří (1%). Výsledný roztok byl pomocí homogenizátoru po dobu 1 minuty míchán při 11 000 ot/min. Po vytvoření mikrokapsulí byl jejich polymerní obal zpevněn přídatkem 0,5 ml kyseliny citronové (zesíťovadlo). Pomocí obrazové analýzy pak byla sledována velikost 200 částic. Rovněž byl proměřen objem jádra v mikrokapsuli a posouzena stabilita částic.

3.3.2.1.2) Příprava chitosanových mikrokapsulí zpevněných pomocí glutaraldehydu

Chemikálie

Barvivo rozpustné v oleji (Ceres Blau RR)

Destilovaná voda

Glutardehyd (1,5 – pentadial, 2,6 M, Firma Fluka)

Chitosan (firma Fluka)

Kyselina octová (99,8% p.a; Lachema a.s.)

Tekutý parafin (Paraffinum Perliquidum, Tamda, šarže 384606)

Zařízení

Magnetické míchadlo

Software Lucia

Vaříč

Postup

4 ml minerálního oleje obsahující 1% barviva rozpustného v olejích (modř Ceres Blau) se smíchalo se 4 ml vodného roztoku chitosanu o koncentraci 3% (pro zlepšení rozpustnosti chitosanu byla do vody přidána kyselina octová v koncentraci 5 g/l) rozptýleného v 10 ml suspenzního prostředí - v oleji. Směs byla pozvolna promíchávána na magnetickém laboratorním míchadle po dobu 5-ti minut. Vytvořené mikrokapsule byly zpevněny přidavkem 0,5 ml glutaraldehydu (zesíťovadlo). Vzorek byl podroben obrazové analýze, byla proměřena velikost 200 mikrokapsulí a objem jádra u 100 částic.

3.3.2.1.3) Příprava želatinových mikrokapsulí (suspenzní medium toluen)

Chemikálie

Barvivo rozpustné v oleji (Ceres Blau RR)

Destilovaná voda

Glutaraldehyd (1,5 – pentadial, 2,6 M, firma Fluka)

Polymethylmetakrylát (PMMA)

Soda (uhličitan sodný Na_2CO_3)

Tekutý parafin (Paraffinum Perliquidum, Tambda, šarže 384606)

Toluen (čistý, Lachema n.p. Brno)

Želatina (potravinářská, Dr. Oetker)

Zařízení

Homogenizátor

Software Lucia

Vaříč

Postup

Opět bylo připraveno 10 ml 4% roztok želatiny ve vodě a proběhlo pozvolné zahřátí na teplotu 80°C (nutné nepřekročit teplotu varu, jinak se želatina zničí). Připravená želatina byla smíchána se 2 ml oleje s rozpuštěným barvivem (1% roztok). Nyní byla želatina rozptýlena v suspenzním prostředí, toluenu. Bylo použito 10 ml toluenu a 3 ml připravené želatiny. Výsledná směs byla homogenizována při 11 000 ot/min. Následně se stabilizovala malým přídatkem polymethylmetakrylátu (1 ml). Jako zesil'ovadlo byl použit 1 ml glutaraldehydu. Za pomoci softwaru Lucia byla sledován objem jádra částic a distribuce velikostí mikrokapsulí.

3.3.2.1.4) Příprava želatinových mikrokapsulí bez aktivního jádra

Chemikálie

Destilovaná voda

Glutaraldehyd (1,5 – pentadial, 2,6 M, firma Fluka)

Polymethylmetakrylát (PMMA)

Soda (uhličitan sodný Na_2CO_3)

Toluen (čistý, Lachema n.p. Brno)

Želatina (potravinářská, Dr. Oetker)

Zařízení

Homogenizátor

Software Lucia

Vaříč

Postup byl shodný s postupem popsáním v kap. 3.3.2.1.3. Lišil se pouze v tom, že se nepoužila žádná aktivní látka a připravená želatina byla rovnou rozptýlena v suspenzním prostředí (toluenu).

3.3.2.2) Koacervace

3.3.2.2.1) Příprava želatinových mikrokapsulí

Chemikálie

Barvivo rozpustné v oleji (Ceres Blau RR)

Destilovaná voda

Diethylenglykol

Etanol (Lachema a.s.)

Soda (uhličitan sodný Na_2CO_3)

Tekutý parafin (Paraffinum Perliquidum, Tamda, šarže 384606)

Želatina (potravinářská, Dr. Oetker)

Zařízení

Homogenizátor

Software Lucia

Vaříč

Postup

Bylo připraveno 10 ml 4% roztoku želatiny ve vodě a poté proběhlo pozvolné zahřátí na teplotu 80°C (bylo dbáno na to, aby teplota nepřesáhla 95°C, protože var želatinu ničí). Reakce probíhá v izoelektrickém bodě želatiny, proto bylo pH nastaveno pomocí malého přídatku sody na hodnotu 8. Pak byly k želatině přidány 4 ml oleje obarveného modří (Ceres blau). Roztok barviva a oleje byl 1%. Byla provedena homogenizace této směsi při 11 000 ot/min. Potom byly přidány 2 ml koacervačního činidla (diethylenglykol). Roztok byl po dobu 5 minut pozvolna mírně zahříván (na teplotu cca 40°C) a promícháván. Následovalo ochlazení (kádinka vložena do lázně se studenou vodou). Nakonec byla směs propláchnuta v etanolu. Je nutné, aby byla koacervační směs neustále promíchávána.

Výsledné mikrokapsule byly podrobeny obrazové analýze a byla sledována distribuce jejich velikostí a objem aktivního jádra. Byla také posuzována stabilita mikročástic.

3.3.3) Mechanické metody výroby mikrokapsulí

3.3.3.1) Sprejování

3.3.3.1.1) Příprava částic z arabské gumy (desolvatace sušárna)

Chemikálie

Arabská guma

Barvivo rozpustné v oleji (Ceres Blau RR)

Destilovaná voda

Tekutý parafin (Paraffinum Perliquidum, Tamda, šarže 384606)

Zařízení

Homogenizátor

Mechanický rozprašovač

Sušárna

Software Lucia

Vaříč

Postup

Byl připraven 5% roztok arabské gumy. Pro zvýšení rozpustnosti byl roztok mírně zahříván. Jako aktivní látka byl zvolen olej obarvený modří (roztok barviva a oleje 1%). Následovala homogenizace roztoku arabské gumy (10 ml) s olejem (3 ml) na mechanickém homogenizátoru při 11 000 ot/min. Tato směs byla pomocí sprejování nanesena na rozpálené sklíčko, které bylo ponecháno několik minut v sušárně při 180°C. Výsledné částice byly analyzovány pomocí softwaru Lucia.

3.3.3.1.2) Příprava částic z arabské gumy (desolavtace ethanol)

Chemikálie

Arabská guma

Barvivo rozpustné v oleji (Ceres Blau RR)

Destilovaná voda

Vonný olej (esenciální olej Salus – Letní zahrada firmy H&M Břeclav)

Zařízení

Homogenizátor

Mechanický rozprašovač

Sušárna

Software Lucia

Vařič

Postup

Byl připraven 20% roztok arabské gumy. Pro zvýšení rozpustnosti byl roztok mírně zahříván a intenzivně promícháván. Jako materiál, který bude tvořit jádro byl zvolen vonný olej. Ten byl smíchán s vyrobeným 20% roztokem arabské gumy (15 ml arabské gumy, 4 ml vonného oleje). Směs byla homogenizována při 11 000 otáčkách po dobu jedné minuty. Poté byl přidán vysoce koncentrovaný roztok arabské gumy tak, aby byla výsledná koncentrace 40% (konkrétně 15 ml 60% roztoku). Směs byla opět homogenizována a to po dobu 30 sekund při 11 000 ot/minutu. Pak byla výsledná soustava sprejována do hydratačního média (etanolu). Vzniklé částice byly zachyceny filtrací a sušeny v sušárně při 50°C. Výsledné částice byly analyzovány pomocí softwaru Lucia.

3.3.4) Ostatní metody výroby mikrokapsulí

3.3.4.1) Molekulární inkluze

3.3.4.1.1) Příprava mikrokapsulí za použití β cyklodextrinu

Chemikálie

β cyklodextrin

Barvivo rozpustné v oleji (Ceres Blau RR)

Destilovaná voda

Etanol

Vonný olej (esenciální olej Salus – zelené jablko firmy H&M Břeclav)

Zařízení

Mrazicí box

Software Lucia

Vaříč

Postup

4 ml β cyklodextrinu byly rozpuštěny ve vodném roztoku etanolu (5 ml etanolu+10 ml vody) při teplotě kolem 55°C. Následovalo plynulé přidání jádrové substance (aromatické složky) v množství 3 ml za neustálého míchání. Směs byla poté ponechána při pokojové teplotě, dokud nenastala krystalizace. Potom byla sloučenina ochlazená na 0°C a může být uchovávána při pokojové teplotě. Vzniklé částice byly podrobeny obrazové analýze a byla proměřena distribuce jejich velikostí.

4) VÝSLEDKY

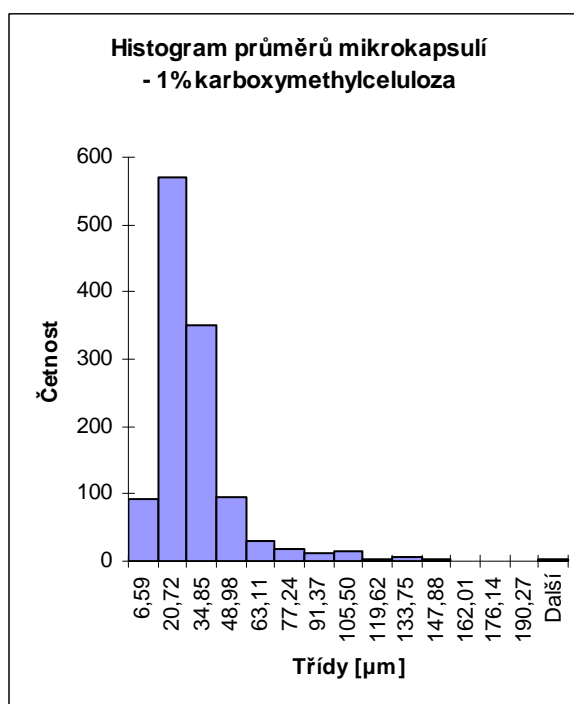
4.1) CHEMICKÉ METODY VÝROBY

4.1.1) Polymerace

4.1.1.1) Mikro kapsule z Lovosy

Byly vyrobeny mikro kapsule z 1%, 2%, 3%, 4% a 5% karboxymethylcelulozy, jak je popsáno v kapitole 3.3.1.1.1). Jak již bylo řečeno, z každé koncentrace bylo vyrobeno 6 soustav o různých objemových poměrech polymeru a oleje (celkem tedy 30 systémů). Nejprve byl posuzován vliv koncentrace karboxymethylcelulozy na velikost částic. Byly tedy zanedbány různé objemové poměry polymeru a oleje a všechny systémy vyrobené z 1% karboxymethylcelulozy byly posuzovány dohromady (obdobně 2%, 3%...).

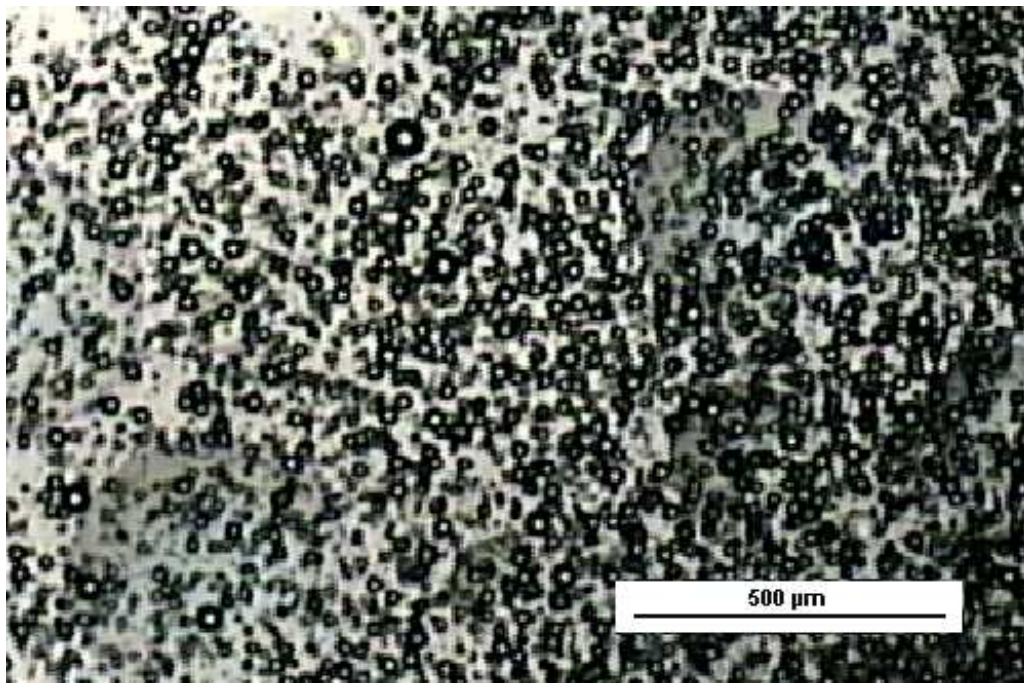
Celkem bylo proměřeno 1200 mikrokapsulí s polymerním obalem z **1% karboxymethylcelulozy** a z naměřených dat velikostí průměrů byl vytvořen následující histogram (obr. č. 21).



Obr. č. 21: Histogram – 1% karboxymethylceluloza

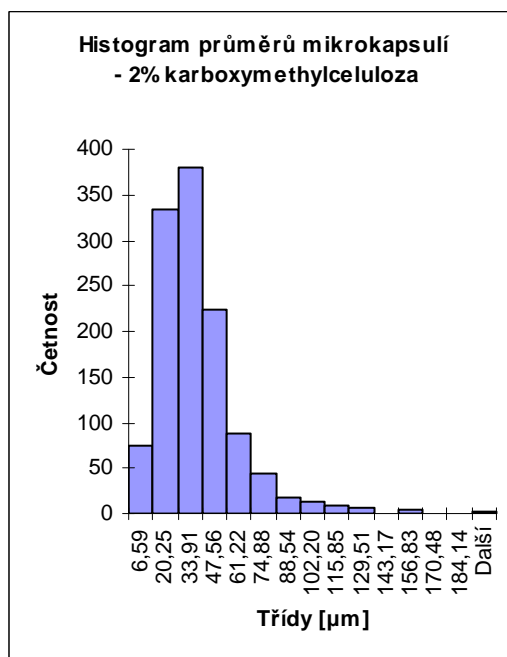
Pozn. – Na ose y tohoto histogramu (i všech ostatních histogramech v DP) jsou vyneseny relativní četnosti, na ose x pak statistické třídy. Tzn. první třída od 0 do 6,59 μm, druhá třída od 6,59 do 20,72 μm atd. Na ose y pak můžeme vyčíst, kolik mikrokapsulí náleží do určité třídy velikostí. Tyto histogramy přehledně znázorňují distribuci velikostí v systémech.

Z histogramu na obr. č. 21 je zřejmé, že většina vzniklých částic nebyla větších než 40 μm . Nejpočetnější je třída velikostí průměrů od 6,59 do 20,72 μm . Byl vypočten aritmetický průměr, jehož hodnota činí 26,95 μm . Všechna naměřená data naleznete v příloze. Jeden ze systémů je možné vidět na následující fotografii (obr. č.22)



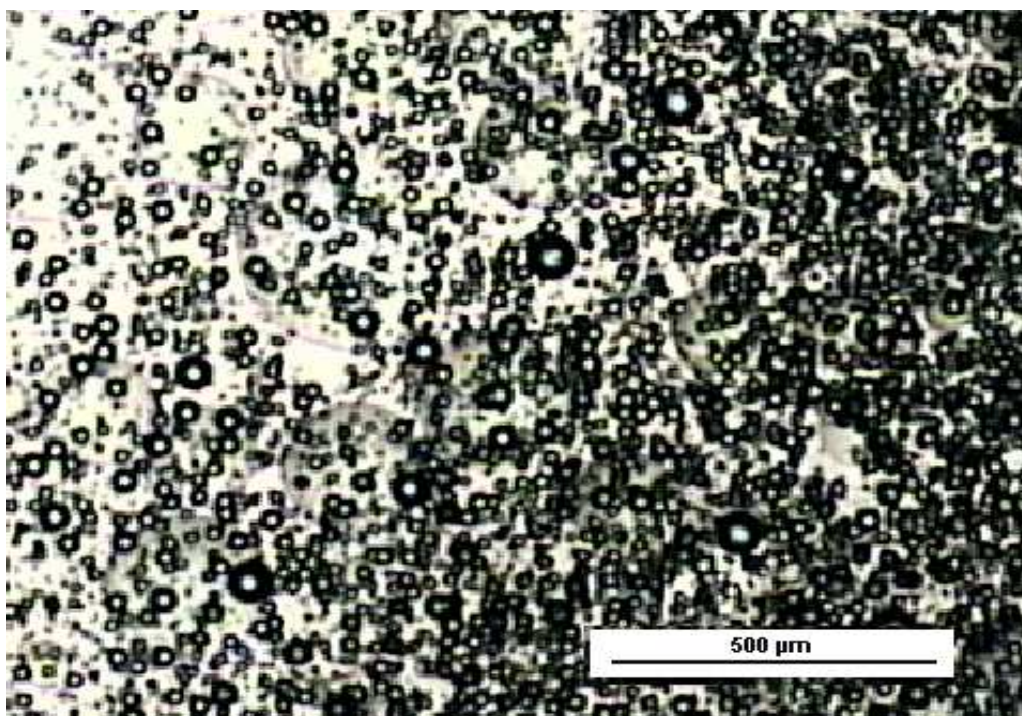
Obr. č. 22 :Fotografie soustavy č. 1

Obdobně bylo postupováno při proměřování distribuce velikostí u mikročástic z **2% karboxymethylcelulozy**. Opět byla posuzována velikost 1200 částic a byla získána data, ze kterých byl vytvořen následující histogram (obr. č. 23):



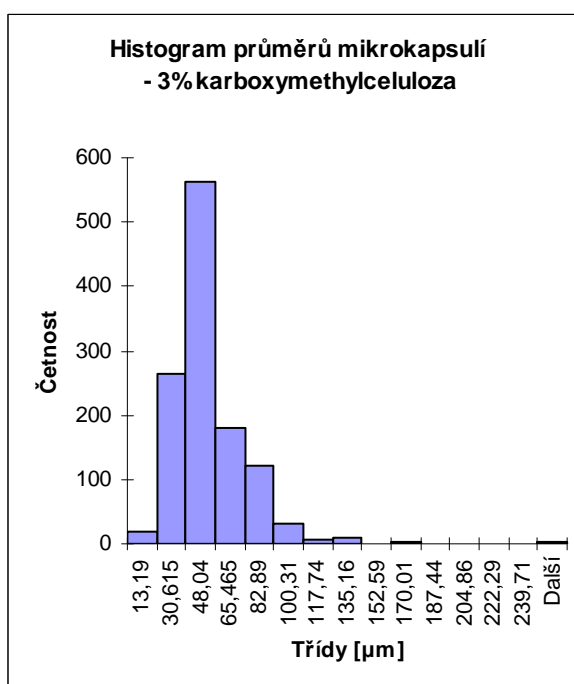
Obr. č. 23: Histogram-2% karboxymethylceluloza

Jako aritmetický průměr (velikostí průměrů mikrokapsulí) byla vypočtena hodnota 37,62 μm . Na následujícím obrázku (č. 24) je možné sledovat fotografii jedné ze soustav připravenou z 2% Lovosy:



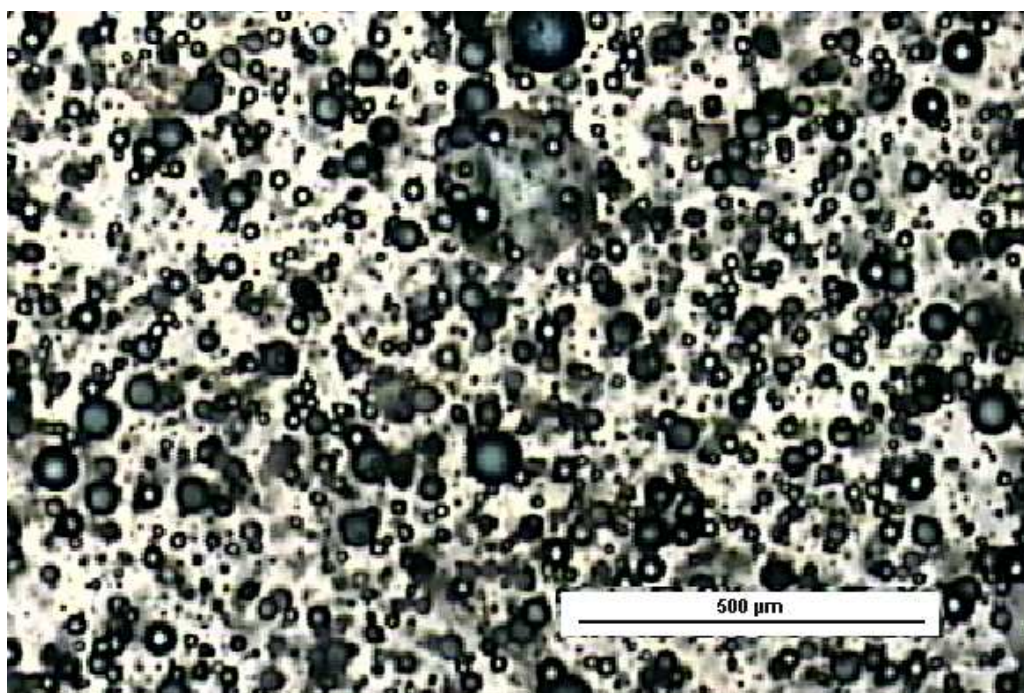
Obr. č. 24: Fotografie soustavy č. 9

Výsledkem zjišťování distribuce velikostí mikrokapsulí vyrobených z **3% karboxymethylcelulózy** je následující histogram – obr. č. 25. Aritmetický průměr (velikostí průměrů mikrokapsulí) má hodnotu 43,92 μm a byl zjištěn výpočtem z 1200 naměřených dat.



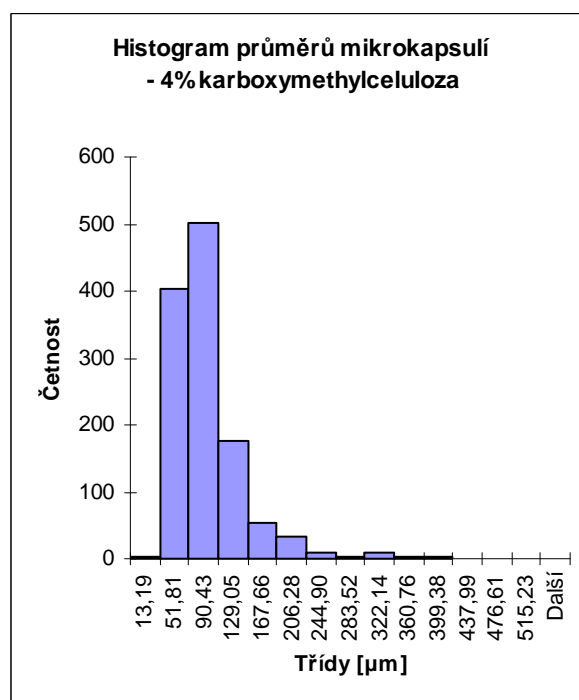
Obr.č.25:Histogram- 3%
karboxymethylceluloza

Fotografii soustavy č. 15 vyrobené ze 3% karboxymethylcelulózy můžeme vidět na následujícím obrázku (č. 26):



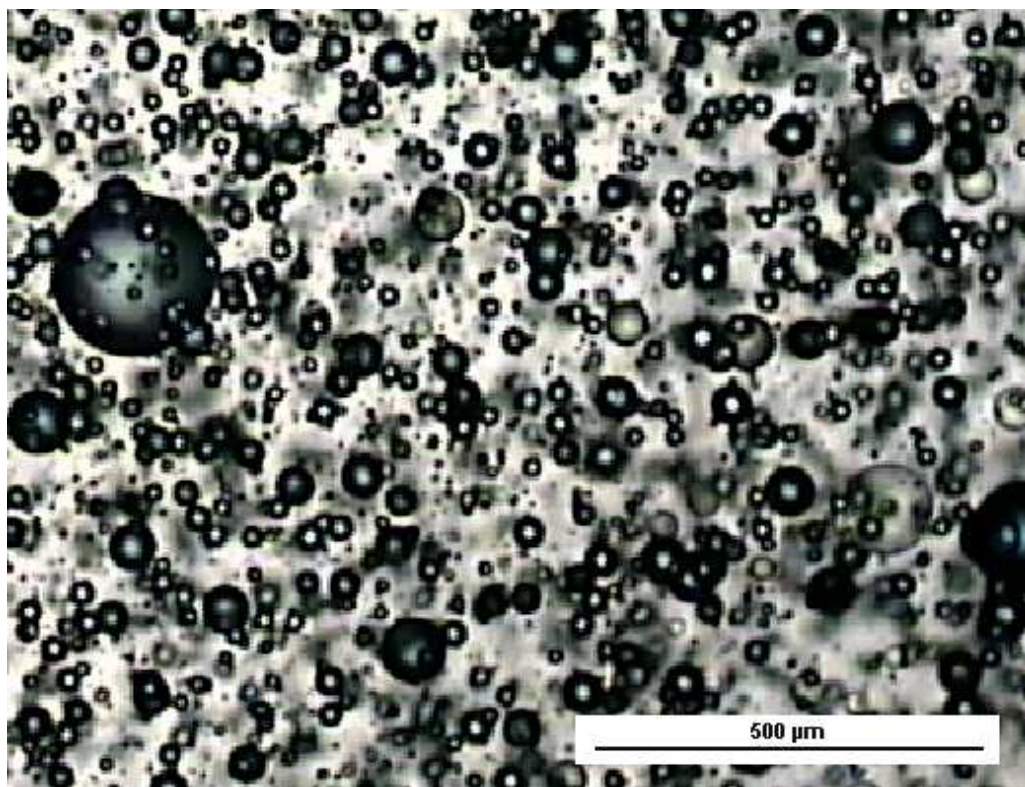
Obr. č. 26 : Fotografie soustavy č. 15

Také z naměřených dat velikostí mikrokapsulí vyrobených ze 4% karboxymethylcelulózy byl vytvořen histogram (obr. č.27).



*Obr.č.27-Histogram- 4%
karboxymethylceluloza*

Z histogramu je patrné, že nejpočetnější třídou jsou mikrokapsule o průměrech od 51,81 do 90,43 μm. Když srovnáme tento histogram s předcházejícími (obr č. 19, 21, 23), je

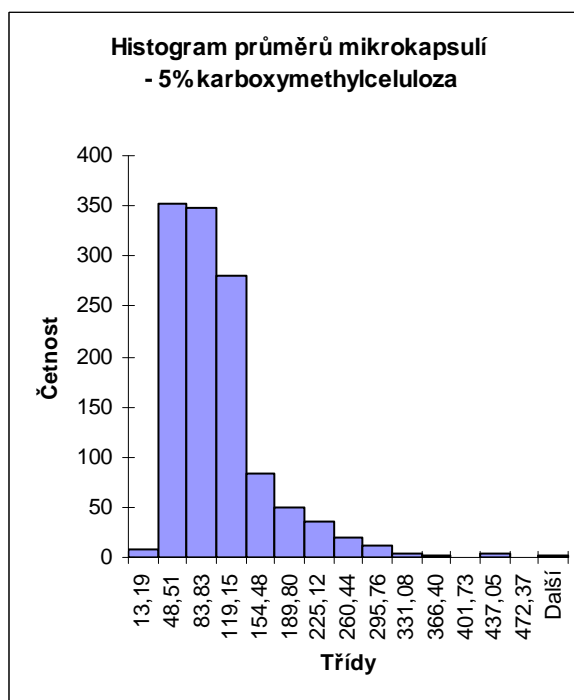


Obr. č. 28 : Fotografie systému č. 18

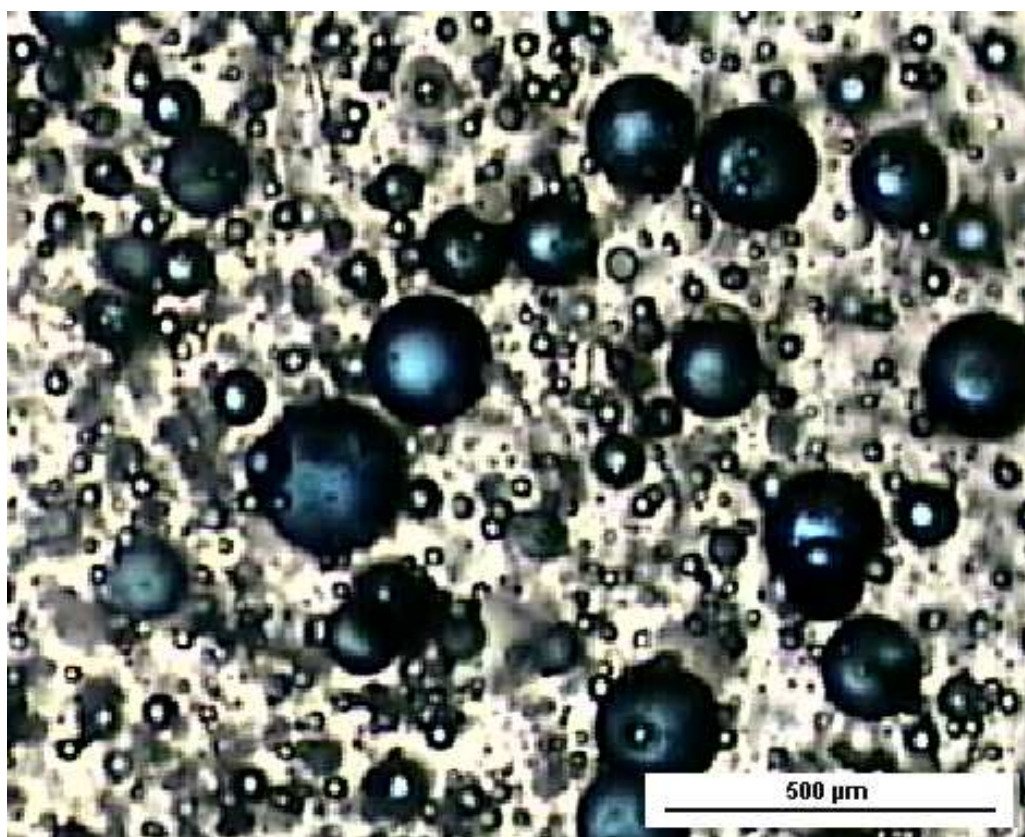
zřejmé, že velikost mikrokapsulí se s rostoucí koncentrací polymeru zvětšuje.

Tento fakt však bude shrnut a podrobněji rozebrán v kapitole 4.1.1.1.1. Zvyšuje se také aritmetický průměr vypočtený z naměřených dat, u mikročástic připravených ze 4% karboxymethylcelulózy je střední hodnota rovna 73,11 μm . I z předcházející fotografie (č.28) je ve srovnání s předchozími (obr. č. 22, 24, 26) docela dobře patrné, že velikost mikrokapsulí se zvětšuje s rostoucí koncentrací polymeru.

Střední hodnota vypočtená z proměření velikostí průměrů z **5% karboxymethylcelulózy** nabývá hodnoty 84,63 μm . Histogram průměrů mikrokapsulí můžeme vidět na obr. č. 27. Opět bylo naměřeno 1200 dat. Fotografie jedné ze soustav (systém č.25) lze vidět na obrázku č.30 na následující straně. Fotografie této soustavy (i ostatních – obr. č.22, 24, 26...) byly vybírány zcela náhodně výřezem z jednoho z mnoha uložených polí v softwaru Lucia.



Obr. č. 29: Histogram – 5% karboxymethylceluloza

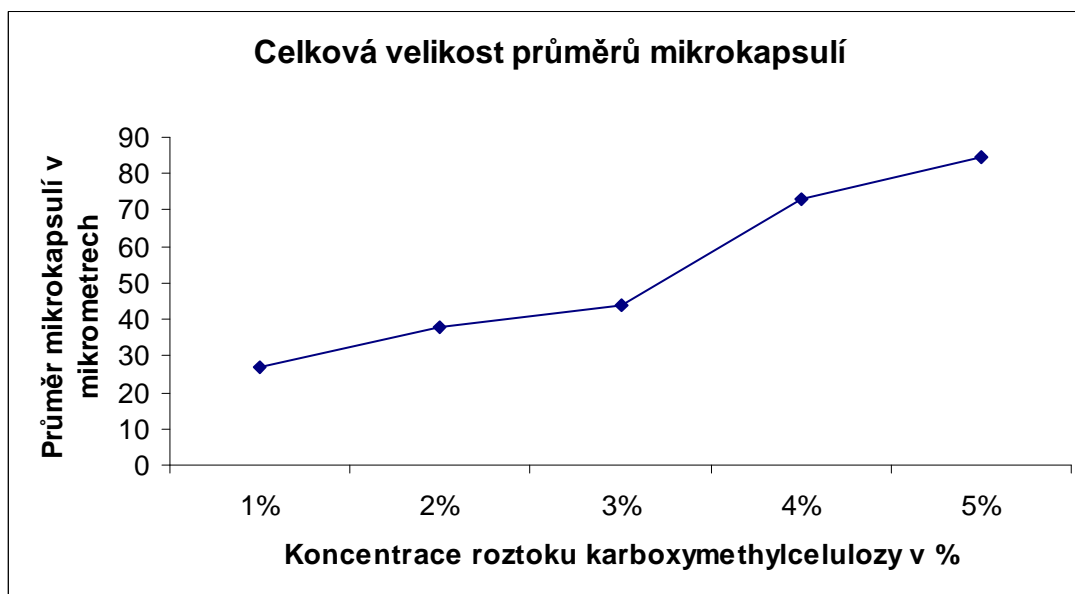


Obr. č.30: Fotografie soustavy č. 25

4.1.1.1.1) Vliv koncentrace Lovosy na velikost částic

Jak již bylo naznačeno, z hlediska distribuce velikostí částic je zřejmé, že velikost mikrokapsulí roste spolu s rostoucí koncentrací polymeru.

Tato skutečnost je přehledně znázorněna na následujícím grafu:



Obr. č. 31 : Celková velikost průměrů mikrokapsulí [μm]

Tento graf byl vytvořen na základě dat z následující tabulky:

Tab. č. 5 : Střední hodnota velikost mikrokapsulí [μm]

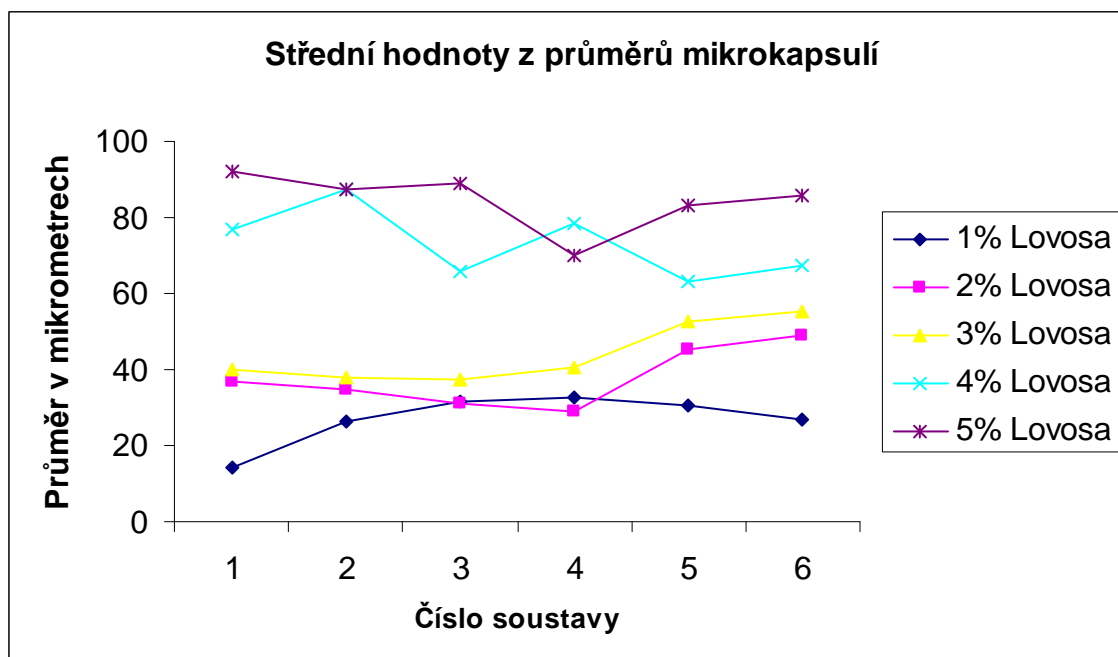
Koncentrace polymeru	1%	2%	3%	4%	5%
Střední hodnota velikosti mikrokapsulí [μm]	26,9502	37,61503	43,91716	73,10743	84,63111

Jednotlivé střední hodnoty velikosti mikrokapsulí byly vypočteny jako aritmetické průměry ze středních hodnot všech 6 typů systémů o různých poměrech (každý vypočten z 200 hodnot).

Otázkou zůstává, zda střední hodnota velikosti částic neroste proto, že roztoky o vyšší koncentraci byly více viskóznější, za stejných podmínek míchání se promíchaly méně důkladně a proto zůstaly v těchto systémech větší mikrokapsule.

4.1.1.1.2) Vliv objemových poměrů Lovosy a aktivní látky na velikost částic

Vliv různých objemových poměrů polymeru a aktivní látky na distribuci částic se naopak nepotvrdil, jak je zřejmé z následujícího grafu:



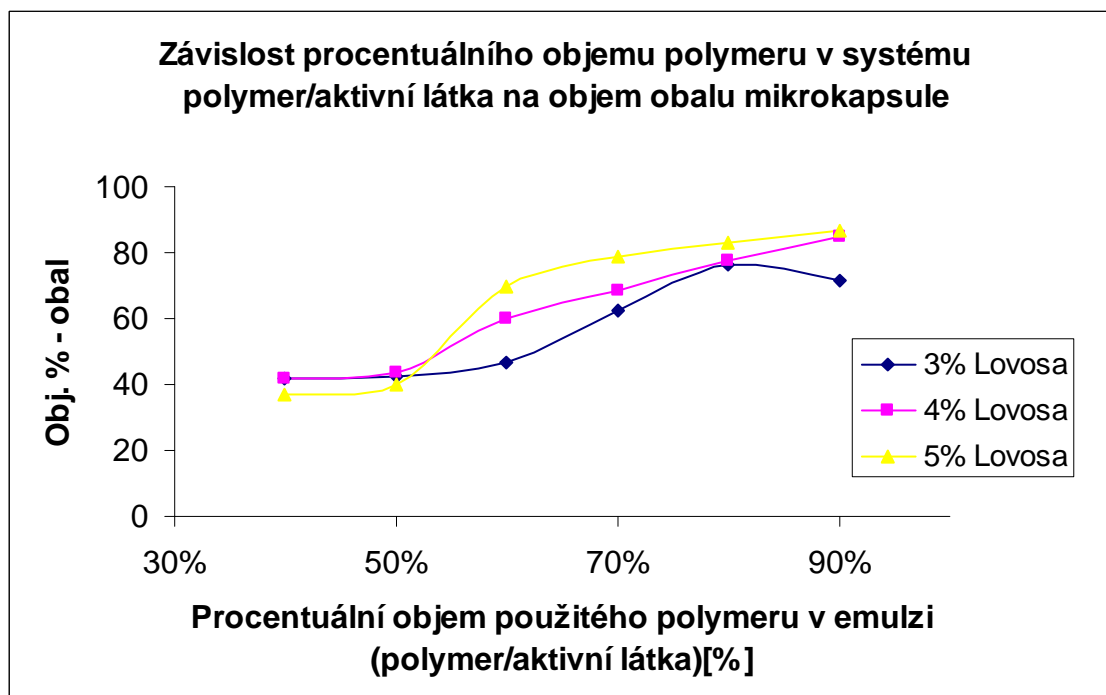
Obr. č. 32: Vliv objemového poměru polymer/aktivní látka na velikost částic

Graf byl opět vytvořen ze středních hodnot z každých 200 naměřených dat získaných obrazovou analýzou všech 6 soustav.

4.1.1.1.3) Vliv objemových poměrů polymeru a oleje na objem obalu

Vzniklé mikrokapsule, jejichž polymerní obal tvoří 1% a 2% karboxymethylceluloza jsou bohužel velmi malé (viz. fotografie č. 22 a č 24) a nebylo proto možné proměřit tloušťku jejich polymerního obalu. Jádra takto malých částic se v softwaru Lucia nedají přesně označit kurzorem tak, aby mohla být změřena tloušťka obalu. Výsledky by byly velmi nepřesné, proto zde nejsou uvedeny.

U mikrokapsulí, jejichž polymerní obal byl tvořen 3%, 4% a 5% karboxymethylcelulozou byla proměřena tloušťka obalu. Tabulka s těmito hodnotami je uvedena v příloze. Výsledky jsou znázorněny v následujícím grafu.



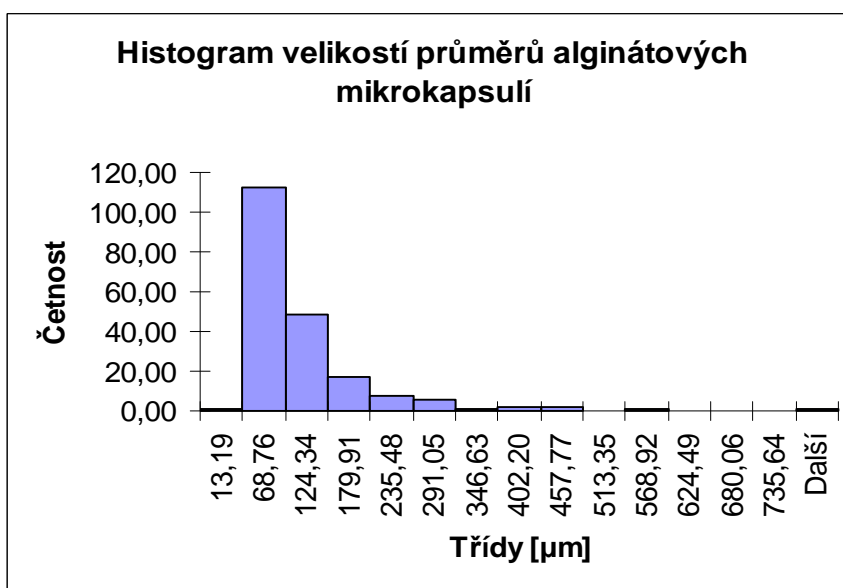
Obr. č. 33: Závislost objemového poměru polymer/aktivní látka na objem obalu

Z grafu je zřejmé, že mezi objemovým poměrem polymer/aktivní látka a objemem polymerního obalu výsledných mikrokapsulí existuje určitá závislost. Stručně by šla slovně vyjádřit zhruba tak, že čím větší množství používaného polymeru, tím silnější se vytvoří i polymerní obal. Jak ale vyplývá z grafu, tato závislost není lineární.

Pozn. - objemová procenta obalu byla vypočtena tak, že byl nejprve spočítán objem celé mikrokapsule a poté objem jádra. Objem jádra byl vyjádřen v %. K získání objemu obalu bylo nutné odečíst tuto hodnotu od 100. Objemová % obalu se mohou zdát relativně vysoká, je nutné však poznamenat, že se jedná o třírozměrný prostor.

4.1.1.1.4) Alginátové kapsule s vonným olejem

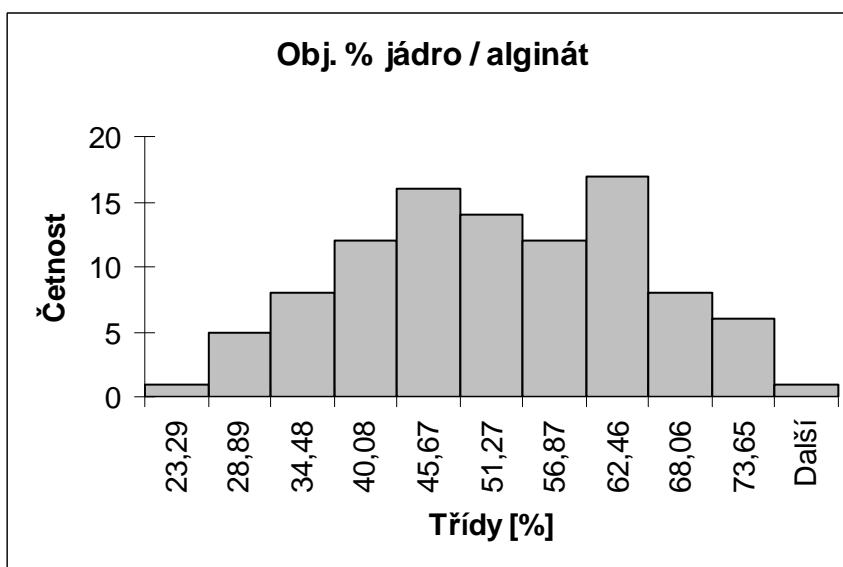
Alginátové mikrokapsule byly vyrobeny dle pracovního postupu uvedeného v kap. č. 3.3.1.1.2. Mikrokapsule vznikaly poměrně velké i při nízké (1%) koncentraci polymeru (viz histogram na obr. č. 34). Aritmetický průměr velikostí nabývá hodnoty 91,88 μm . Je zajímavé, že ve třídě od 0 – 13,19 μm byla četnost rovna jedné. To znamená, že v tomto intervalu hodnot se nacházela pouze jedna mikrokapsule z celkem 200 proměřených.



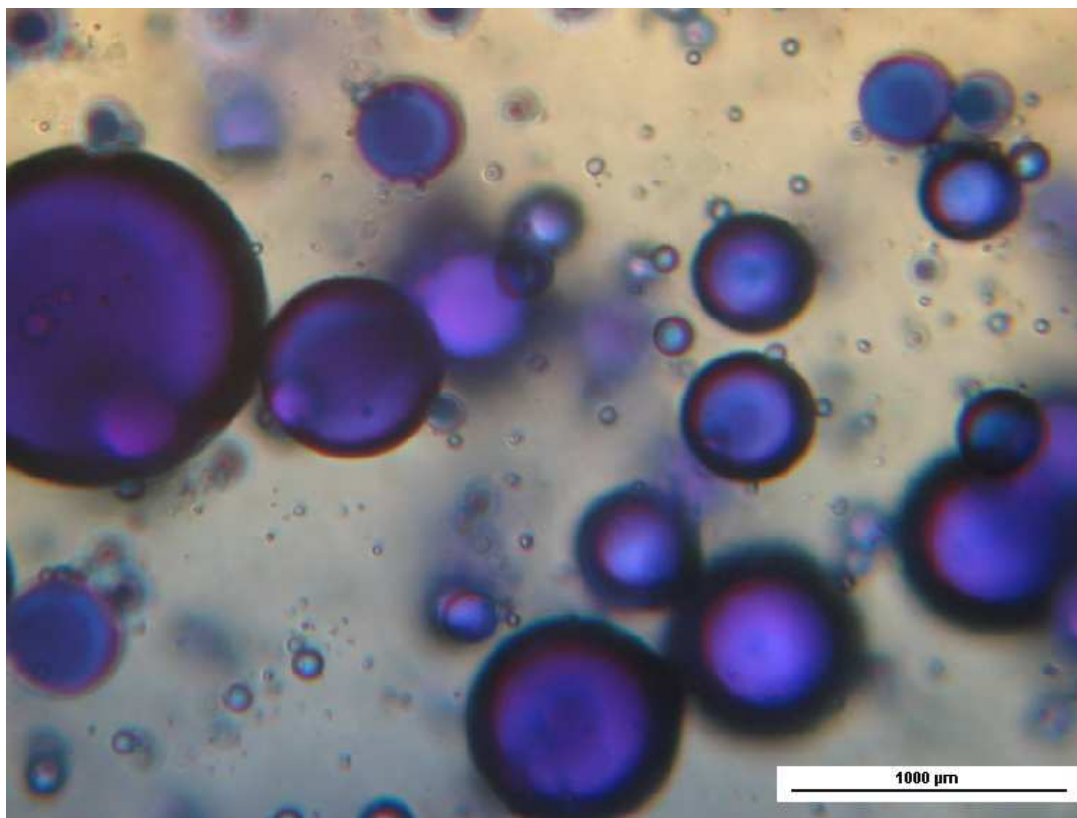
Obr. č. 34: Histogram velikostí průměrů alginátových mikrokapsulí

Vzniklé částice byly poměrně stabilní. Můžeme je sledovat na obrázku č. 36. Toto hodnocení je však pouze subjektivní (sledování částic po týdnu). Jejich největší nevýhodou byla značná tendence se navzájem spojovat a shlukovat. S tím podle mého názoru souvisí i fakt, že (jak již bylo zmíněno) ve třídě od 0 – 13,19 μm byla četnost rovna jedné (tzn. – prakticky žádné malé stabilní částice). Shlukování částice se nedařilo zabránit ani opakovanými experimenty s přidáváním dispergátoru.

U celkem stovky částic byly proměřeny i objemová % jádra (tzn. kolik procent z mikrokapsule zabírá jádro). Největší četnosti se pohybují v rozpětí zhruba od 34% do 68%, jak je patrné z obrázku č. 35. Vrstva polymerního alginátového obalu byla tedy poměrně silná.



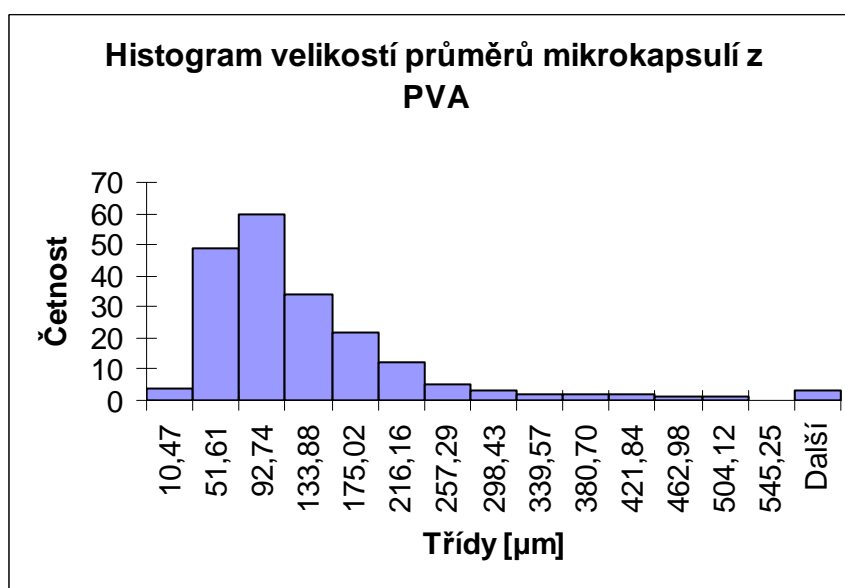
Obr. č. 35: Histogram obj. % alginátových mikrokapsulí



Obr. č. 36 :Fotografie alginátových mikrokapsulí

4.1.1.1.5) Mikrokapsule z polyvinylalkoholu

Mikrokapsule byly vyrobeny dle pracovního postupu uvedeného v kapitole 3.3.1.1.3. Distribuci velikostí mikrokapsulí můžeme sledovat na obrázku č.37. Z histogramu je patrné, že tato distribuce je ve srovnání s ostatními typy polymerních obalů poměrně široká. Tomu odpovídá i hodnota výběrové směrodatné odchylky 100,35 µm.

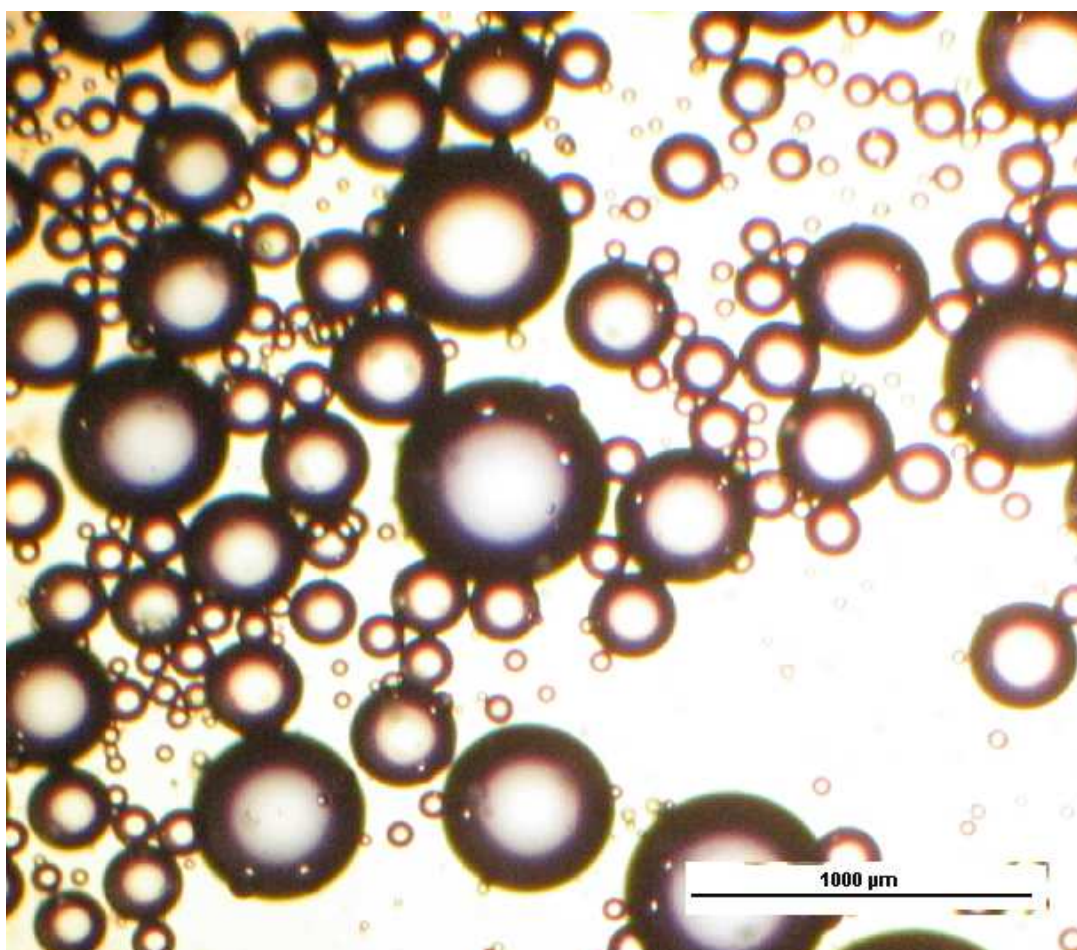


Obr. č. 37: Histogram velikostí průměrů mikrokapsulí z PVA

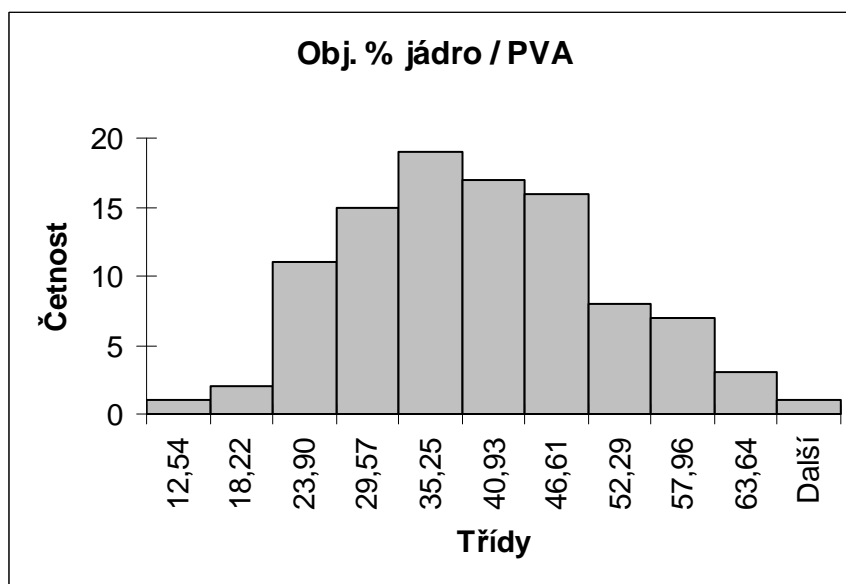
Aritmetický průměr byl vypočten jako 108,74 μm . V tomto systému tedy existují velké rozdíly mezi velikostmi kapsulí, což by mohlo činit problémy při dalším zpracování (např. nanášení apod.). Vzniklé částice také nebyly příliš stabilní.

Na obr. č. 38 je snímek polyvinylalkoholových mikrokapsulí. Zde je důležité upozornit, že je třeba pečlivě sledovat měřítka na uváděných fotografiích, protože bohužel nejsou všude shodná. Nebylo totiž možné všechny roztoky snímat na jednom zařízení.

I u polyvinylalkoholových mikrokapsulí byl proměřen objem, který procentuelně zabírá v mikrokapsuli jádro. Výsledky tohoto měření jsou přehledně znázorněny na obrázku č. 39.



Obr. č. 38: Mikrokapsule s polymerním obalem z PVA

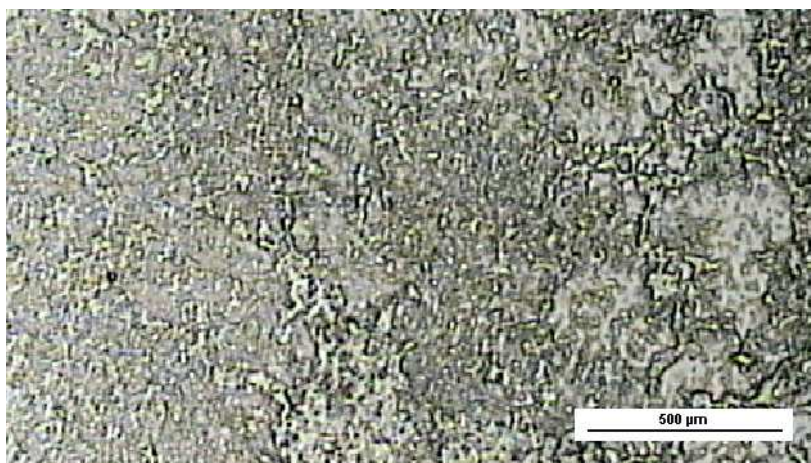


Obr. č. 39: Histogram obj. % jádra mikrokapsulí z PVA

4.1.2) Emulzní polymerace

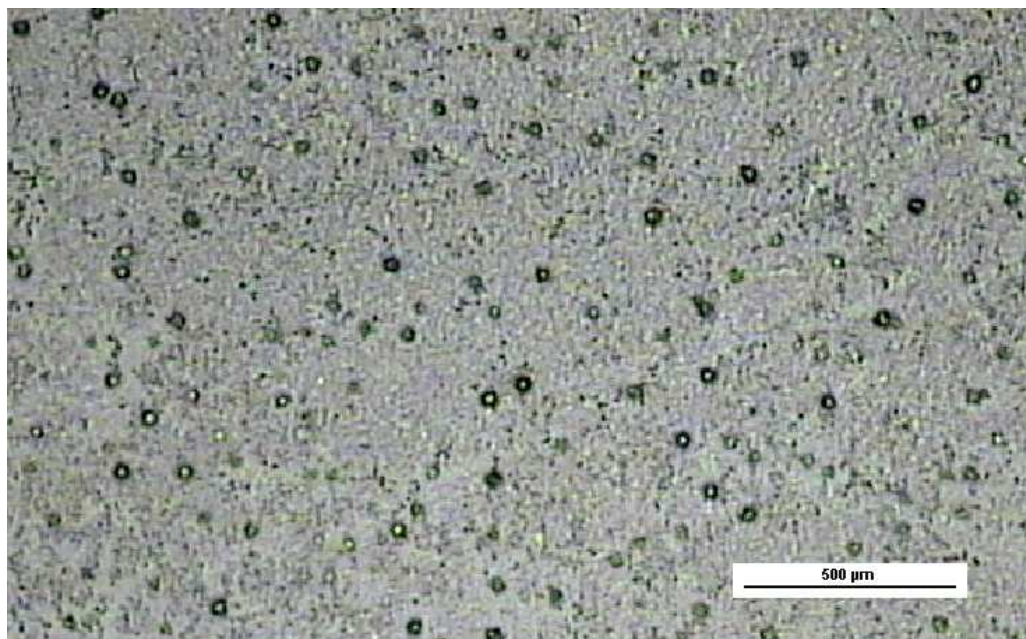
4.1.2.1) Částice z PAN

Tyto částice byly připraveny emulzní polymerací dle pracovního postupu popsaného v kapitole č. 3.3.1.2.1. Jak je zde uvedeno, první vzorek byl odebrán již během přípravy, (před nalitím směsi do vroucího roztoku NaCl). Snímek tohoto vzorku můžeme sledovat na obrázku č. 40:

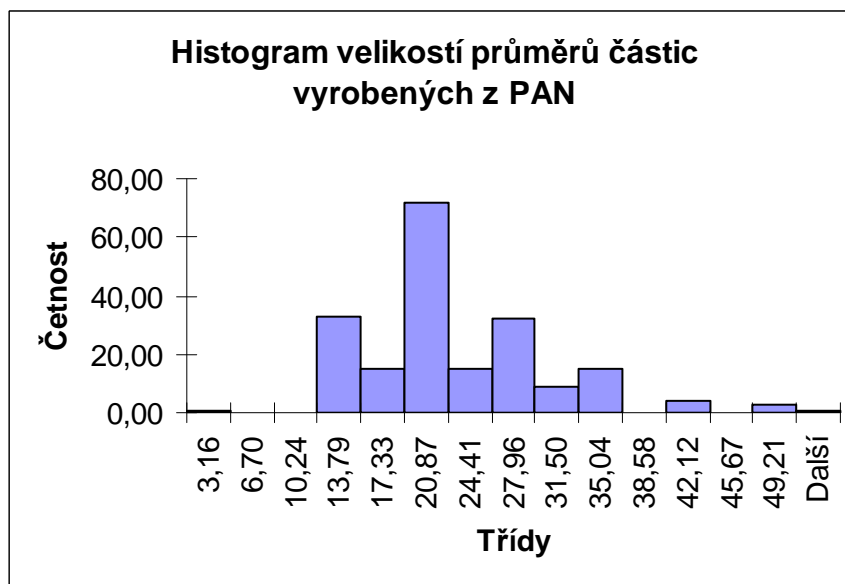


Obr. č. 40: Vzorek odebraný ze směsi během přípravy

Jednalo se o mléčně zakalenou kapalinu. Ale jak je zřejmé, žádné částice zde ještě nevznikly, ty se ve směsi objevily až po nalití do vroucího roztoku NaCl (viz obr. č. 41). Tento postup se liší od předchozích v tom, že v něm nebyla použita žádná aktivní látka. Snahou bylo pouze ověřit možnost tvorby částic, do kterých by šla aktivní látka včlenit. Tyto částice jsou patrné na obrázku č. 41:

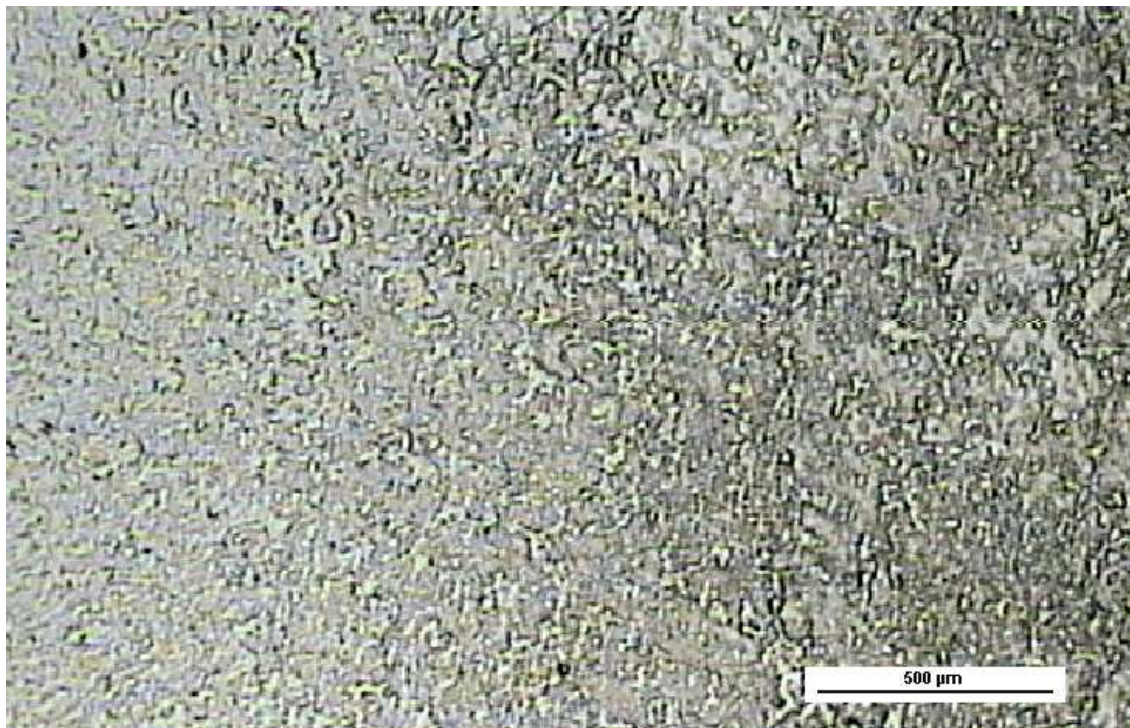
*Obr. č. 41: Částice z PAN*

Vzniklé částice nelze nazývat mikrokapsulemi v pravém slova smyslu, protože nebyla použita žádná aktivní látka. Přesto však byly vzniklé částice podrobeny obrazové analýze, kvůli zjištění distribuce jejich velikostí. Výsledný histogram je na obrázku č. 40. Nejčetnější třídou byly částice ve velikosti od 17,83 do 20,87 μm .

*Obr. č. 42: Histogram velikostí průměrů částic z PAN*

4.1.2.2) Emulzní polymerace s PMMA

Emulzní polymerace byla provedena dle pracovního postupu popsaného v kapitole č. 3.3.1.2.2. Výsledkem polymerace byla mléčná kapalina, jejíž strukturu můžeme sledovat na obrázku č. 43.



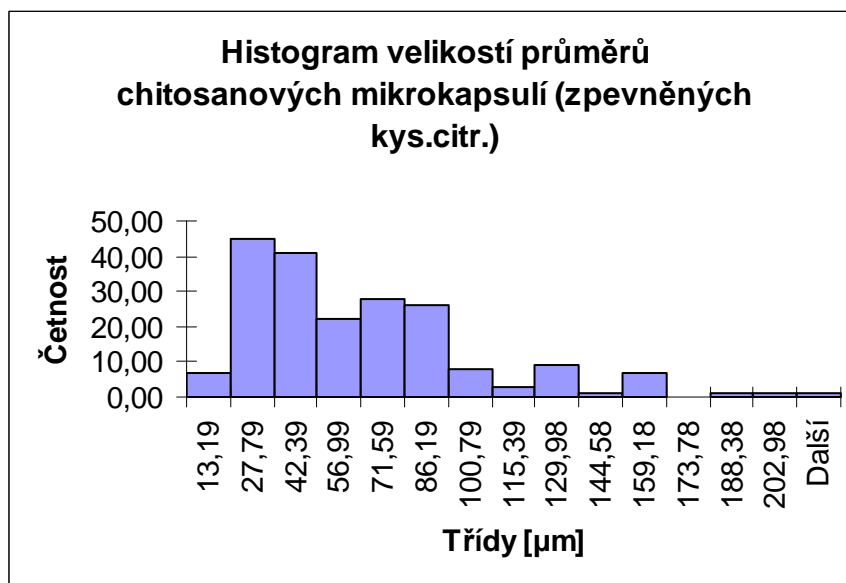
Obr. č. 43: Vzorek odebraný po emulzní polymeraci s PMMA

4.2) FYZIKÁLNĚ - CHEMICKÉ METODY VÝROBY

4.2.1) Suspenzní zesítění

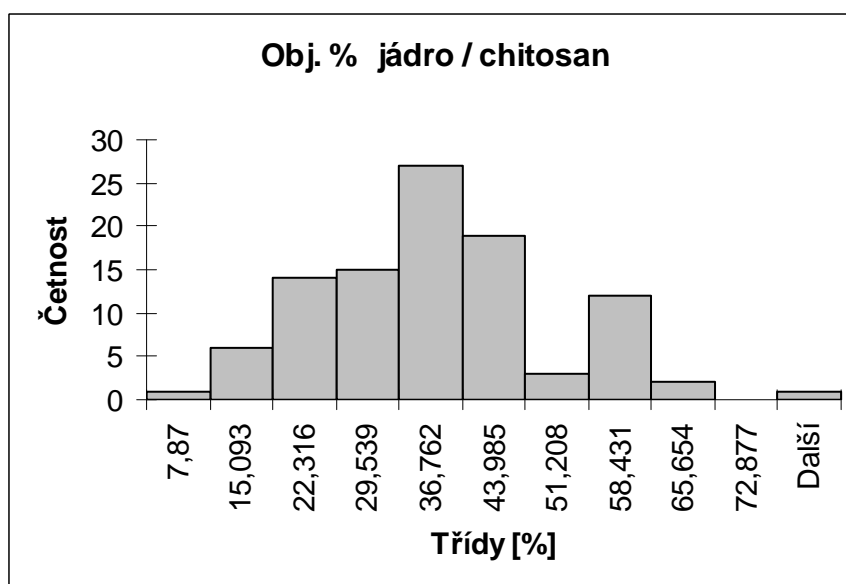
4.2.1.1) Příprava chitosanových mikrokapsulí zpevněných pomocí kyseliny citronové

Chitosanové mikrokapsule byly vyrobeny dle postupu popsaného v kapitole 3.3.2.1.1. Tímto způsobem vznikly poměrně malé (modus 39,56 μm) částice. Výhodou tohoto systému bylo, že tyto částice neměly tendenci se navzájem spojovat (jako např. mikrokapsule vyrobené z alginátu). Nejpočetnější třídou byly mikrokapsule o velikosti 13,19 až 27,29 μm, jak je patrné z obrázku č.44 . Aritmetický průměr nabývá hodnoty 57,43 μm.

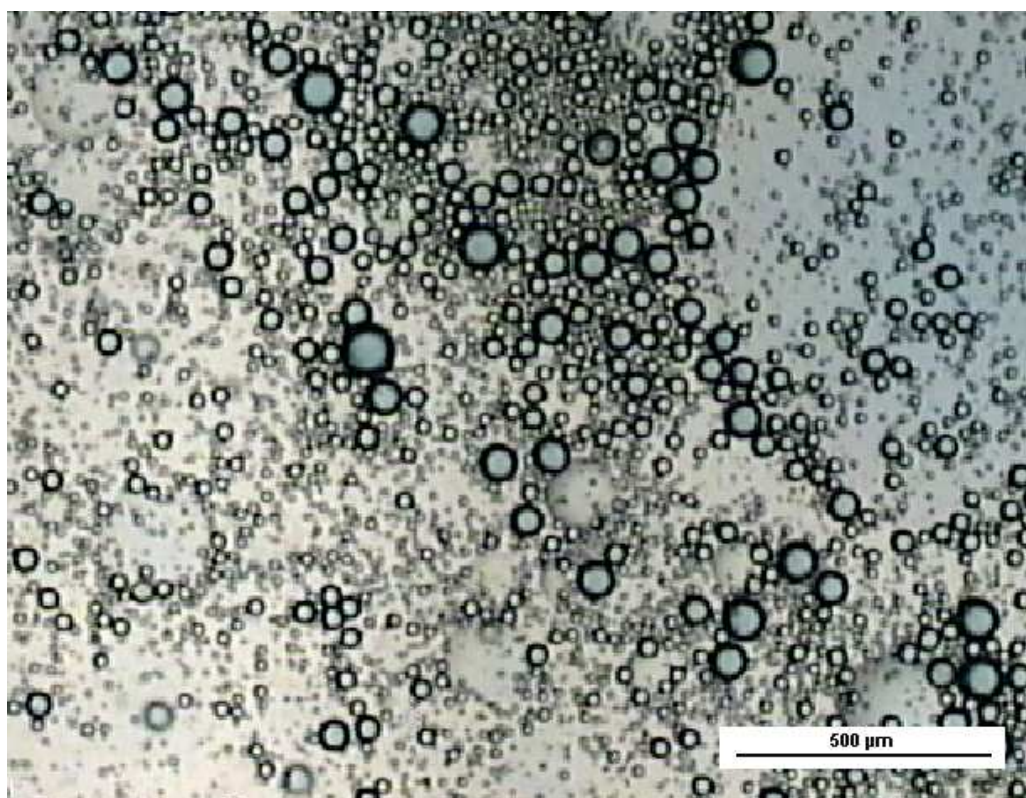


Obr. č. 44: Histogram velikostí průměrů chitosanových mikrokapsulí

Byl proměřen také objemový poměr jádro/obal u celkem stovky částic. Výsledky jsou přehledně znázorněny na obrázku č. 45. V grafu je znázorněn objem jádra v %. Jak je patrné, nejvíce částic mělo objem jádra kolem 30%. I když byl polymerní obal relativně silný, mikrokapsule ale nebyly příliš stálé.

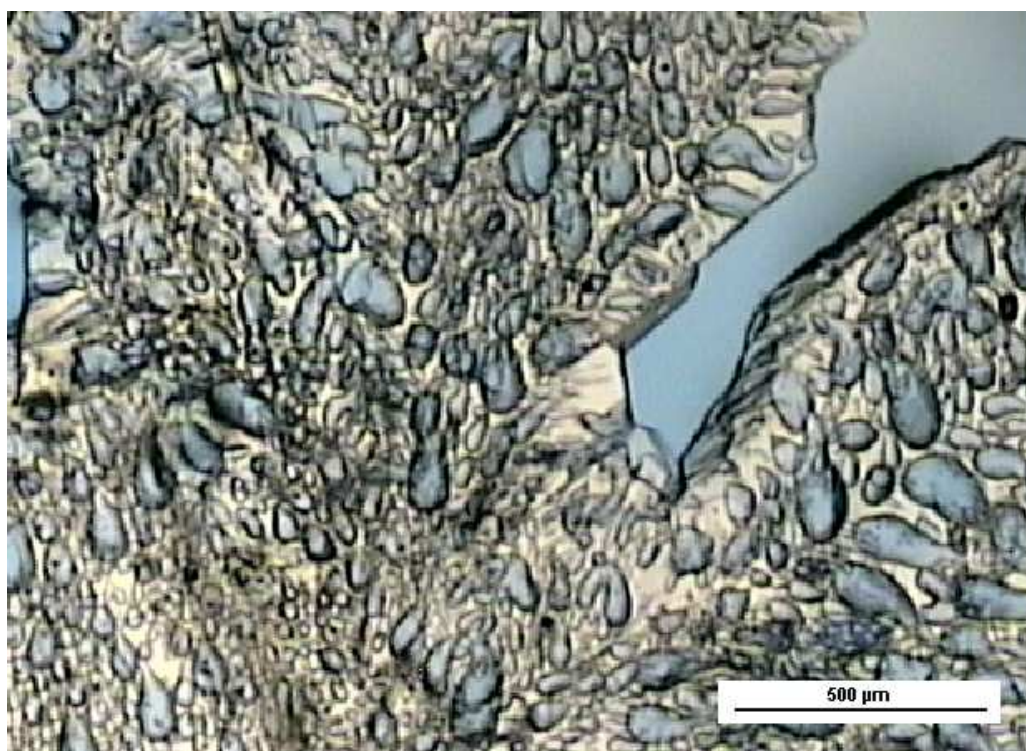


Obr. č. 45: Histogram objemového poměru jádro/obal chitosanových mikrokapsulí



Obr. č. 46: Chitosanové mikrokapsule zpevněné kyselinou citronovou

Chitosan se ukázal být vhodným polymerním obalem, částice se neshlukovaly a subjektivně posouzeno - dobře se s nimi pracovalo. Mikrokapsule zpevněné kyselinou citronovou však nebyly příliš stálé. Tento fakt byl však opět posuzován pouze

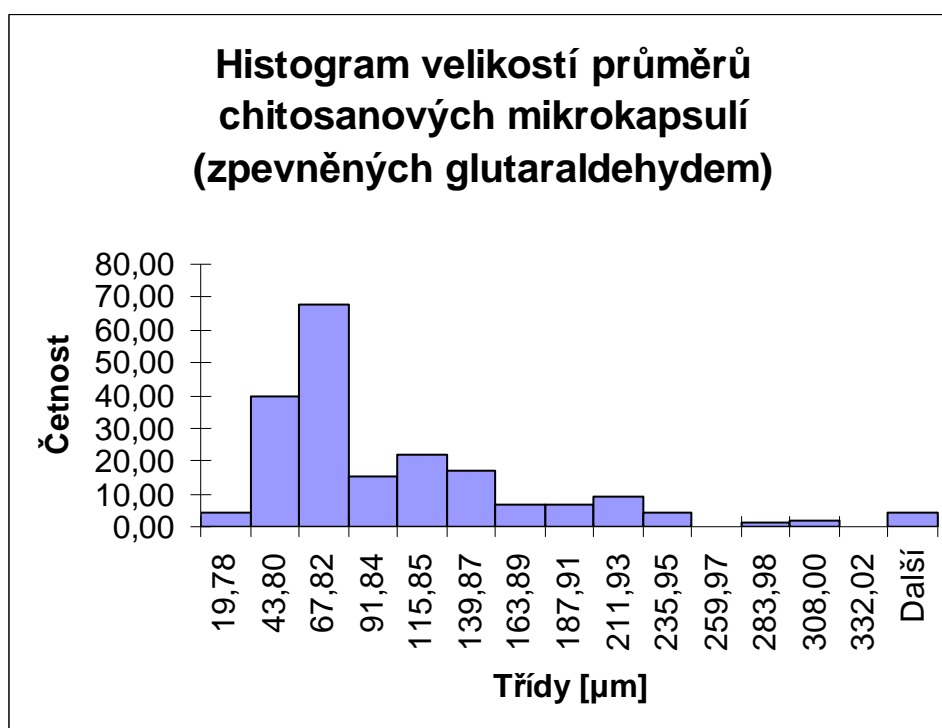


Obr. č. 47: Obrázek chitosanových mikrokapsulí po jednom týdnu

subjektivně, kápnutím systému na sklíčko a pozorováním po jednom týdnu. Takto získaný snímek je možné vidět na obrázku č. 47. Ze snímku je patrné, že došlo ke změně tvaru částic, z mnohých se dokonce vylila aktivní látka apod. Zřejmě nedošlo k dostatečnému zesítnění chitosanového polymerního obalu pomocí kyseliny citrónové.

4.2.1.2) Příprava chitosanových mikrokapsulí zpevněných glutaraldehydem

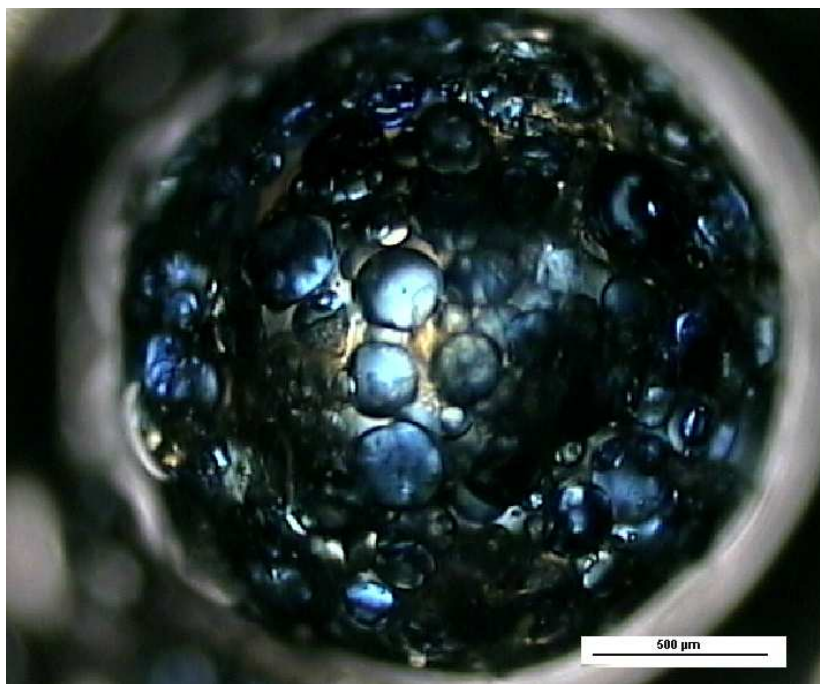
Chitosan se zdál být vhodným polymerním obalem. Použití kyseliny citronové ke zpevnění mikrokapsulí se ale příliš nesevřelo, proto byly dle pracovního postupu popsaného v kapitole 3.3.2.1.2 vyrobeny mikrokapsule, k jejichž zpevnění byl použit glutaraldehyd. Velikosti jednotlivých kapsulí se příliš nelišily (viz histogram na obr. č.48) od předchozích (viz. kap. 4.2.1.1) avšak vykazovaly vysokou stabilitu.



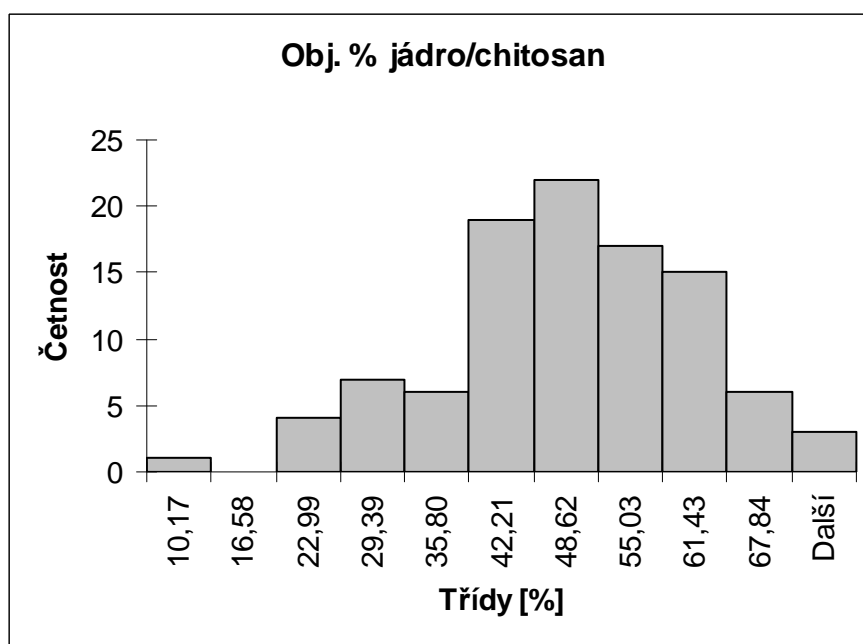
Obr. č. 48: Histogram velikostí chitosanových mikrokapsulí zpevněných pomocí glutaraldehydu

Vznikly velmi pevné částice. Problémem však bylo tvoření mikroenkapsulí a jejich shlukování do částic velkých řádově v milimetrech. Takto vzniklé částice jsou znázorněny na obrázku č. 49. Tento problém se ani v průběhu dalších experimentů nepodařilo odstranit. Reakce chitosanu s glutaraldehydem zřejmě trvá poměrně dlouhou dobu a je nutné zajistit stálé a rovnoměrné promíchávání vzniklé směsi, než proběhne

zesíťování. Jako nejvhodnější se ukázalo být magnetické míchadlo, které vzniklé mikrokapsule před jejich zpevněním neničí, tak jako např. mechanický homogenizátor. Překážkou ale zůstává fakt, že během promíchávání stoupá viskozita směsi (částice se zpevňují) a klesá účinnost promíchávání, vzniklé mikroenkapsule se usazují zejména kolem stěny kádinky. Vzhledem k výborné stabilitě těchto částic však považují tuto metodu pro výrobu mikroenkapsulí za velmi vhodnou pro případné příští experimenty (více viz. diskuze o výsledcích kap. č. 5).



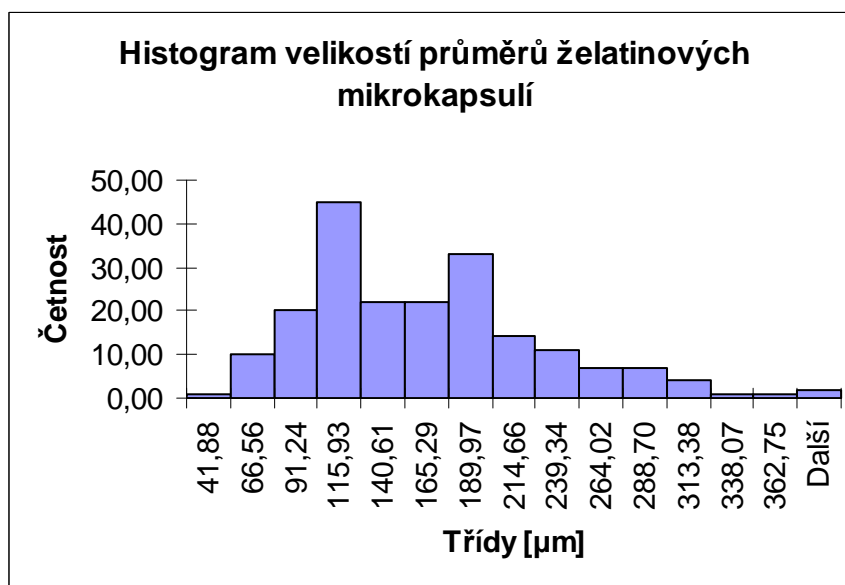
Obr. č. 49: Chitosanová mikrokapsule



Obr. č. 50: Histogram objemového poměru jádro/obal chitosanových mikrokapsulí

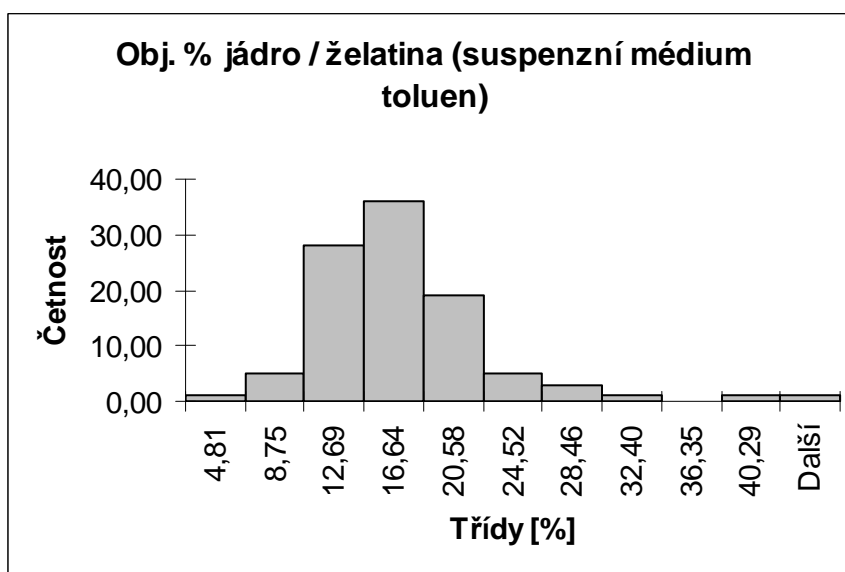
4.2.1.3) Příprava želatinových mikrokapsulí (suspenní médium toluen)

Dle pracovního postupu popsaného v kapitole 3.3.2.1.3 byly připraveny chitosanové mikrokapsule. Jako suspenní médium byl použit toluen. Takto vniklé částice měly poměrně širokou distribuci velikostí (viz. obr. č. 5) a byly poměrně velké. Aritmetický průměr jejich velikostí nabývá hodnoty 153,92 μm .



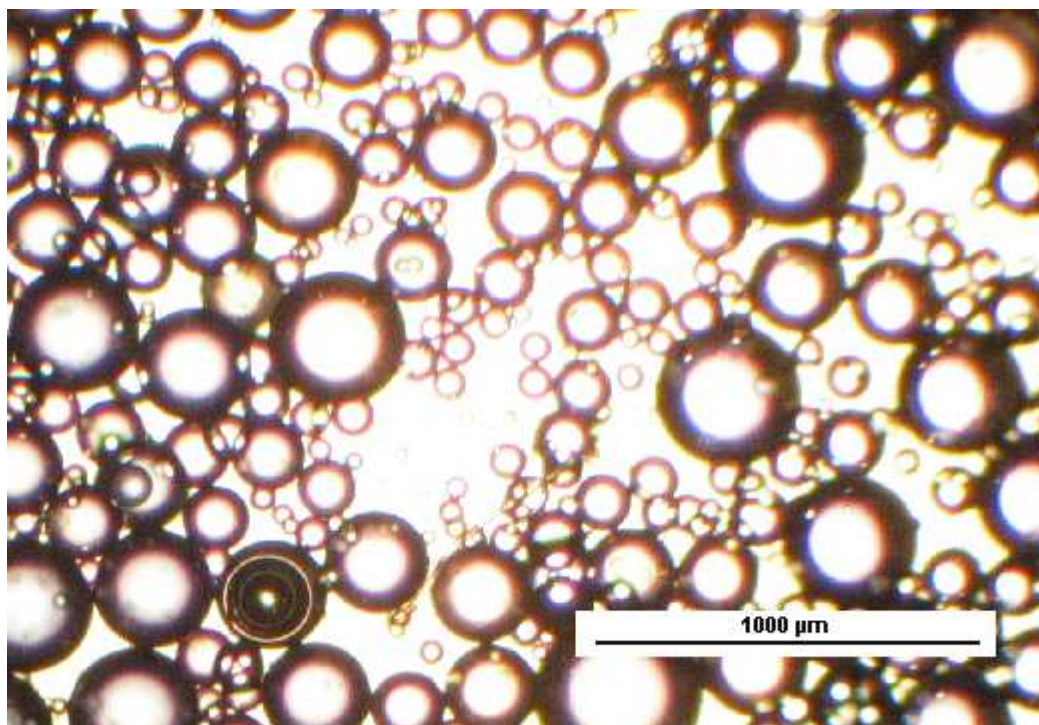
Obr. č. 51: Histogram velikostí průměrů želatinových mikrokapsulí

Vzniklé částice nebyly bohužel příliš stabilní. Polymerní obal zaujímal v mikrokapsuli velkou část (až 80 obj. % - viz obr. č. 52). Částice sice neměly tendenci se navzájem shlukovat, ale polymerní obal nebyl dost pevný. Zřejmě neproběhla zesíťovací reakce, nebo proběhla neúplně.



Obr. č. 52:
Histogram
objemových %
jádru
želatinových
mikrokapsulí

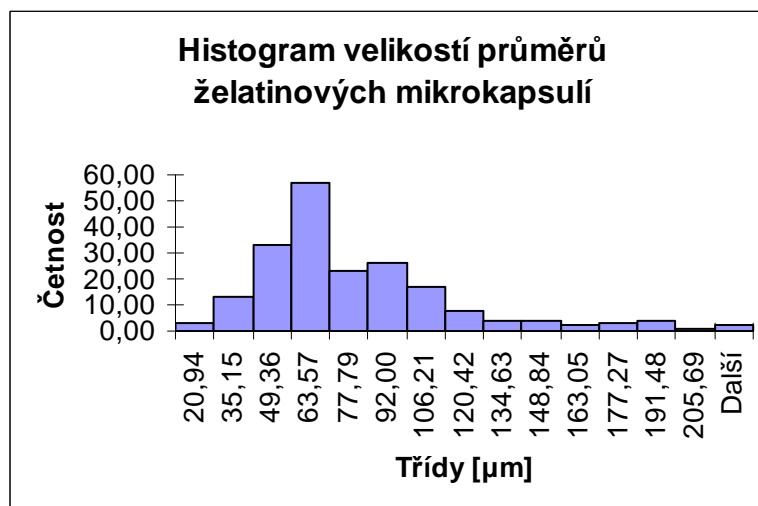
Fotografie želatinových mikrokapsulí je na obrázku č. 53. Je z ní patrná zmiňovaná silná vrstva polymerního obalu (viz také obr. 52). Přesto však nebyly vzniklé částice stabilní.



Obr. č. 53: Fotografie želatinových mikrokapsulí

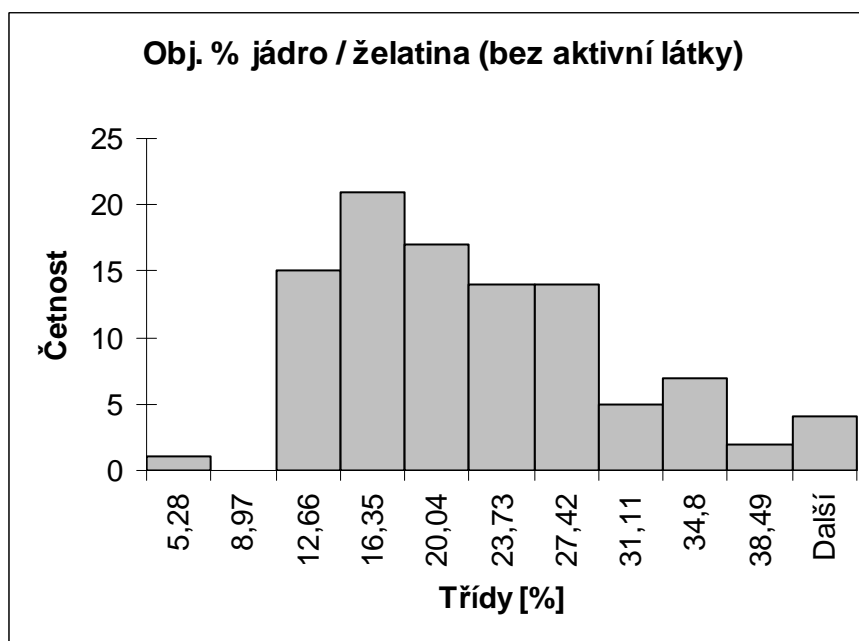
4.2.1.4) Příprava želatinových mikrokapsulí bez aktivního jádra

Z důvodů neúspěšného zesíťování želatinových mikrokapsulí glutaraldehydem v předchozím experimentu (viz kap. 4.2.1.3) byl pokus opakován, tentokrát bez aktivní látky (olej). Tomuto faktu předcházely úvahy, že neúspěch zesíťování mohl spočívat v tom, že se aktivní látka (olej) mohla v polymeru částečně rozpouštět. Pracovní postup se jinak nelišil. Pro provedení experimentu vznikly částice menší (nejčtenější třídou byla třída od 49,36 do 63,57 μm (viz. obr. 54). Aritmetický průměr je 74,19 μm .



Obr. č. 54: Histogram velikostí průměrů želatinových mikrokapsulí

Ani tentokrát však nebylo zesíťování z neznámých důvodů úspěšné. Opět sice vznikl silný polymerní obal (histogram viz. obr. č. 55), ale obal nebyl dostatečně pevný a vzniklé částice byly opět nestabilní.



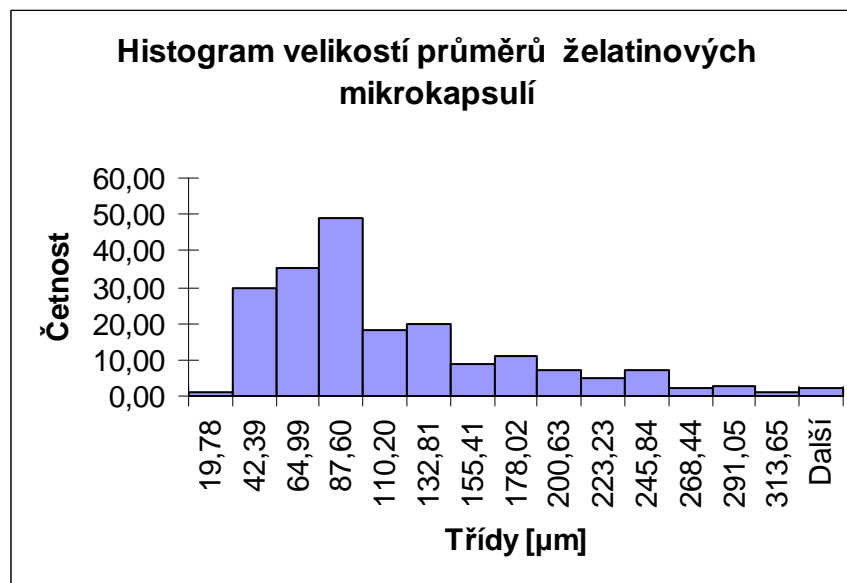
Obr. č. 55: Histogram objemových % jádra želatinových mikrokapsulí

4.2.2) Koacervace

4.2.2.1) Příprava želatinových mikrokapsulí

Dle pracovního postupu popsaného v kapitole 3.3.2.2.1 byly metodou koacervace připraveny želatinové mikrokapsule. Histogram jejich velikostí můžeme sledovat na obrázku č. 56. Jejich distribuce byla relativně široká a ve srovnání s předchozími byla i

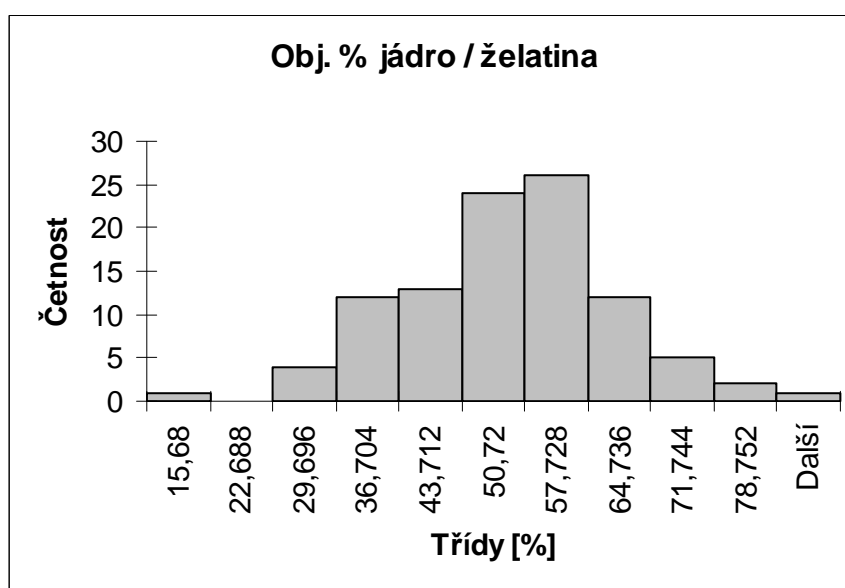
poměrně velká průměrná velikost – 101,18 μm , což by možná mohlo působit problémy při další aplikaci (např. nanášení).



Obr. č. 56: Histogram velikostí průměrů želatinových mikrokapsulí

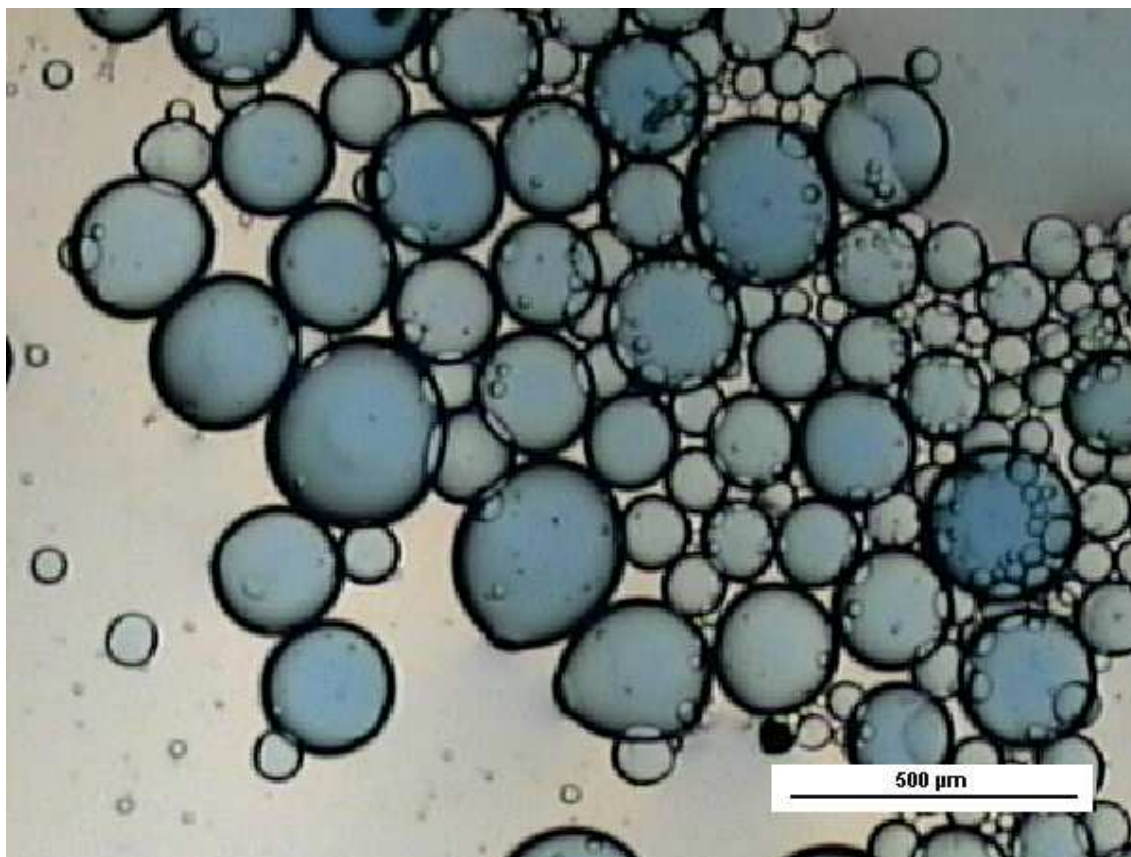
Hlavní předností vzniklých částic byla vysoká stabilita. Ta byla ale opět posuzována pouze subjektivně. Posouzení bylo provedeno po jednom týdnu, směs byla nanesena na sklíčko a pomocí hrotu jehly byla hodnocena pevnost polymerního obalu. Částice zůstávaly neporušeny.

Na obrázku č. 57 je znázorněn histogram vyjadřující procentuelní objem jádra. Procentuální objem jádra se pohybuje zhruba kolem 50% z celé mikrokapsule. To se může zdát při pohledu na obrázek č. 57 znázorňující želatinové mikrokapsule neadekvátní, je však nutné si uvědomit, že se jedná o třírozměrný prostor.



Obr. č. 57: Histogram obj. % jádra želatinových mikrokapsulí

Snímek želatinových mikrokapsulí vzniklých koacervací můžeme vidět na obrázku č. 58 :



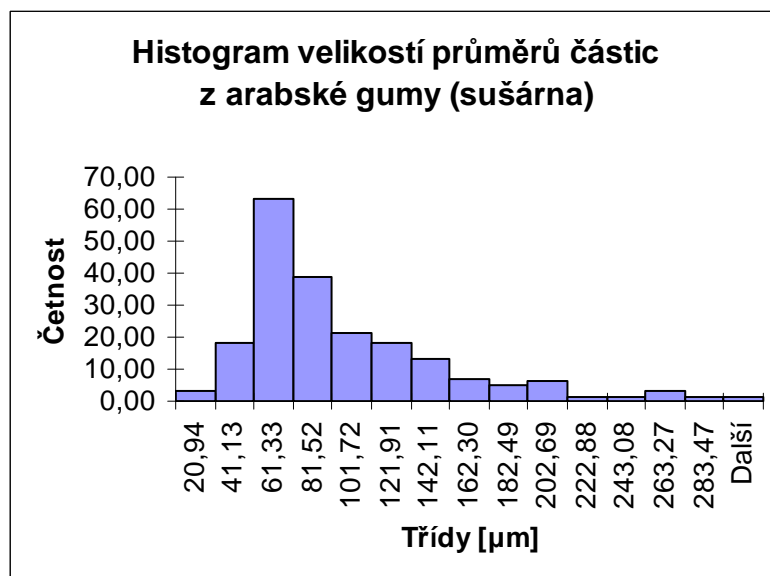
Obr. č. 58: Fotografie želatinových mikrokapsulí

4.3) MECHANICKÉ METODY VÝROBY

4.3.1) Sprejování

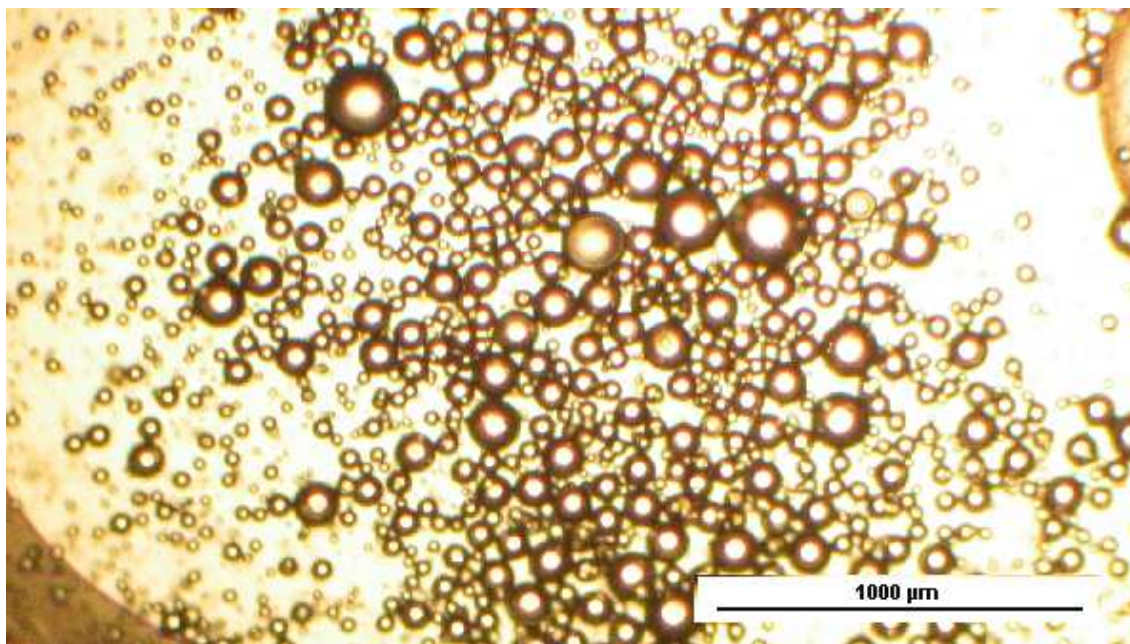
4.3.1.1) Příprava částic z arabské gumy (desolvatace sušárna)

Pro metodu sprejování byla volena (dle poznatků z odborné literatury) jako obalový polymer arabská guma. Pracovní postup je podrobně popsán v kapitole 3.3.3.1.1. Velikosti vzniklých částic jsou znázorněny na obrázku č. 59. Nejpočetnější třídou byly částice ve velikosti od 41,16 do 61,33 μm .



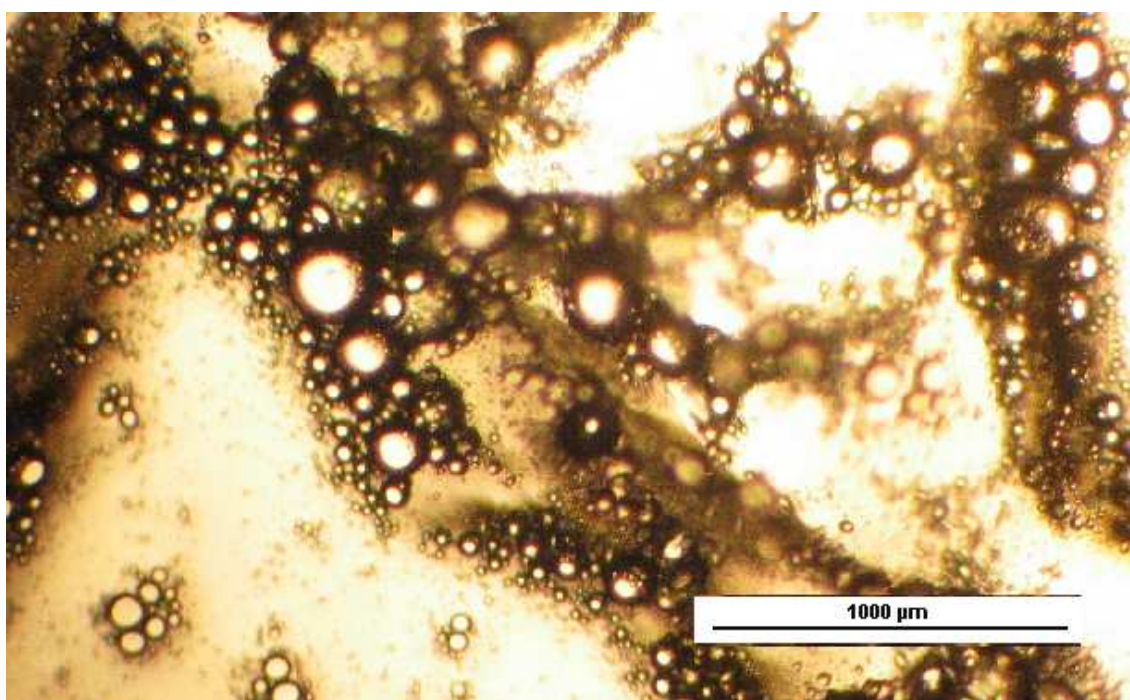
Obr. č. 59: Histogram velikostí průměrů částic z arabské gumy

Tato metoda výroby mikrokapsulí se však příliš neosvědčila, protože mechanická zařízení běžně používaná k výrobě mikrokapsulí sprejováním nešlo v laboratorních podmínkách Technické univerzity v Liberci dobře napodobit. Jedná se o speciální zařízení, tak jak je popsáno v teoretické části diplomové práce (viz. kap. 2.3.3.2). Snahou bylo napodobit princip tohoto zařízení tak, že se vstříkne enkapsulační směs na hodinové sklíčko do rozpálené sušárny a dojde tak k evaporaci rozpouštědla. Bohužel k tomu během experimentů nedošlo. Ve speciálním zařízení pro výrobu mikrokapsulí sprejováním totiž dochází k evaporaci rozpouštědla v sušící komoře, kde proud vzduchu odpařuje rozpouštědlo. Děje se tak ovšem ve fázi, kdy se mikrokapsule vznášejí a do separátoru jsou pak transportovány již vzniklé částice bez rozpouštědla. Právě tuto fázi nebylo možná napodobit, rozpouštědlo se neodpařovalo ve fázi, kdy se mikrokapsule vznášely, ale až poté, co dopadly na rozpálené hodinové sklíčko. V sušárně nebylo možné po sprejování mechanickým rozprašovačem zajistit dostatečnou dobu vznášení částic, tak jak je tomu ve speciálních zařízeních (dlouhý válec). Vzniklé částice jsou patrné na snímcích č. a č. Snímek číslo znázorňuje částice, jejichž vzorek byl odebrán těsně po sprejování směsi do sušárny, zde ještě není odpařené rozpouštědlo.



Obr. č. 60: . Fotografie částic z arabské gumy před vysušením

Druhý vzorek byl odebrán až po odpaření rozpouštědla – částice jsou deformované, je patrné, že během metody sprejování je nutné speciální zařízení, které umožní evaporaci rozpouštědla během vznášení částic, které následuje po vstříknutí enkapsulační směsi do sušící komory.



Obr. č. 61: . Fotografie částic z arabské gumy po vysušení

Jak je patrné z fotografií č. 60 i č. 61, mimo jiné došlo také ke ztrátě aktivní látky (zřejmě odpařením), což bývá častým problémem této metody, jak je zmiňováno v kapitole 2.3.3.2.

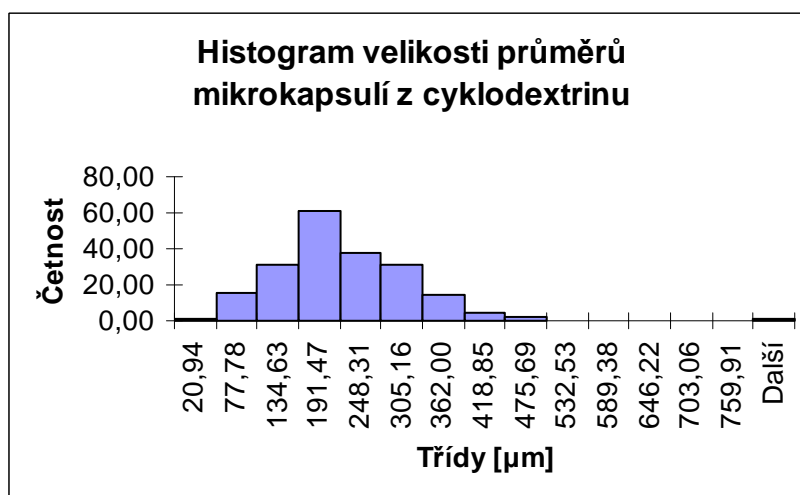
4.3.1.2) Příprava mikrokapsulí z arabské gumy (desolvatace etanol)

Protože se postup popsany v kapitole 4.3.1.1 neosvědčil, byla vyzkoušena další varianta sprejování. Místo sprejování do horkovdušné komory (sušárny) byl volen jiný způsob desolvatace - a to sprejování do dehydratačního média – etanolu. Také zde však vznikly problémy s napodobením speciálních mechanických zařízení v laboratorních podmínkách. Sprejováním do etanolu sice vznikly částice, které šly dobře odfiltrovat a vysušit, ale neměly kulovitý tvar. Jedná se spíše o vláknité shluky. Ani opakované pokusy a experimenty prováděné bez aktivní látky nebyly úspěšné. Je tomu tak zřejmě z důvodu nevhodných parametrů sprejování – mechanický rozprašovač nemůže nahradit speciální rozprašovače s přesně volenými parametry rozprašování, vniklé kapénky také i přes veškerou snahu narážely na stěny kádinky nebo misky apod. Ideální by zřejmě také bylo sprejování do tekoucího roztoku etanolu.

4.4) OSTATNÍ METODY VÝROBY

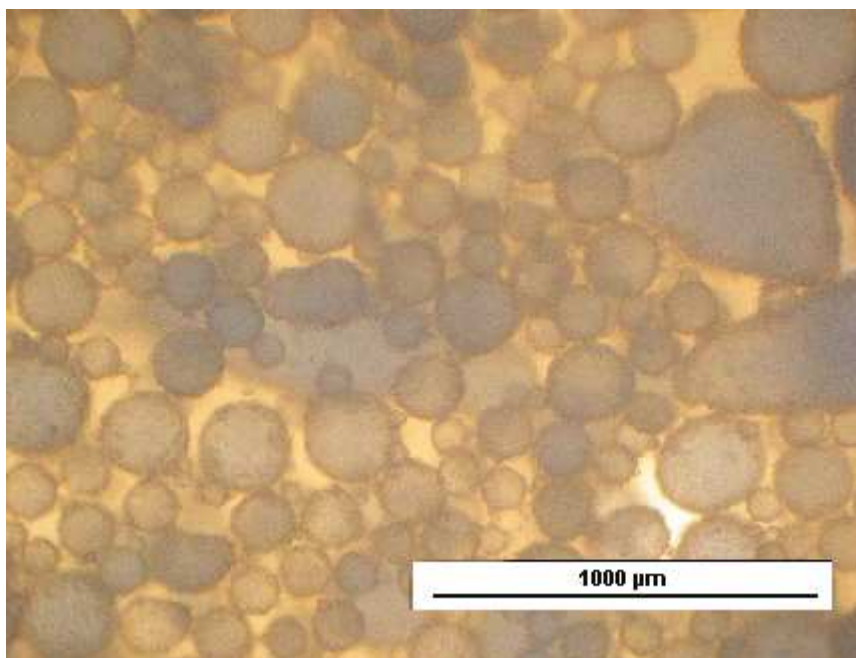
4.4.1) Příprava mikrokapsulí za použití β cyklodextrinu

Z alternativních metod přípravy mikrokapsulí byla ověřena metoda výroby částic za použití β cyklodextrinu, tak jak je popsáno v kapitole č. 3.3.4.1). Vznikly poměrně velké částice (viz. obr. č. 62), nejpočetnější třídou byly mikrokapsule ve velikostech od 134,78 do 191,47 μm .



Obr. č. 62: Histogram velikostí průměrů z karboxymethylcelulozy

Nejdůležitější je ale fakt, že tyto částice vykazovaly velmi vysokou stálost i cca po třech týdnech, kdy byly pozorovány. Tato metoda se ukázala být velmi vhodná pro vznik stabilních částic. Menším problémem této metody by mohlo být to, že vznikly nepříliš pravidelné mikrokapsule. Některé částice měly elipsovité, nepravidelný tvar. Všechny nebyly pravidelné a kulovité, jak je patrné z obrázku č. 63.



Obr. č. 63: Fotografie mikrokapsulí z β cyklodextrinu

5) DISKUZE

Experimentální část řešila problematiku přípravy mikrokapsulí. Výsledky experimentálních postupů byly prezentovány v kapitole č. 4. Mikrokapsule byly vyrobeny chemickými (polymerace, polykondenzace), fyzikálně – chemickými (suspenní zesíťení, koacervace), mechanickými (sprejování) i alternativními způsoby (molekulární inkluze).

V případě **chemických metod** - technologie polymerace - byly připraveny mikrokapsule z karboxymethylcelulozy (aktivní látka tekutý parafin), alginátu (aktivní látka vonný olej) a polyvinylalkoholu (aktivní látka tekutý parafin). Ve všech případech byla proměřena velikost vzniklých částic a objem aktivního jádra.

Rozsáhlejší měření bylo provedeno v případě karboxymethylcelulozy (z důvodů snadné dostupnosti a poměrně nenáročné metodiky přípravy mikrokapsulí). Jak je popsáno v kapitole 3.3.1.1.1 (viz tab. č. 4), bylo připraveno 30 disperzních soustav o různých koncentracích a poměrových objemech polymer/aktivní látka. Byl sledován vliv koncentrace polymeru a objemového poměru polymer/aktivní látka na velikost částic a na objemový poměr jádro/obal. Výsledkem experimentů je zjištění, že se velikost mikrokapsulí z karboxymethylcelulózy zvyšuje spolu s rostoucí koncentrací polymeru. Důvodem tohoto poznatku může být i skutečnost, že s rostoucí koncentrací karboxymethylcelulozy se zvyšovala i viskozita směsi a při zachování parametrů homogenizace (čas a otáčky) nebyla tato směs dostatečně promíchána a tudíž vznikaly větší částice. V případě sledování vlivu objemových poměrů polymeru a aktivní látky na velikost vzniklých částic bylo zjištění, že zde žádná závislost pravděpodobně není (viz kap. č. 4.1.1.2 – obr. č. 33). Při sledování závislosti poměru polymer/aktivní látka na relativním objemu polymerního obalu mikrokapsulí je zřejmé (obr. č. 33), že s rostoucím poměrem polymer/aktivní látka (tzn. víc polymeru) roste i objem polymerního obalu výsledných mikrokapsulí. Tento trend se projevuje zejména při vyšším poměru polymer/aktivní látka (kolem 60% polymeru).

Kapitola 4.1 se zabývá i dalšími výsledky chemických metod výroby. Je důležité poznamenat, že dělení na metody chemické, fyzikálně chemické a mechanické není striktní, slouží pouze jako základní rozlišování. Řada postupů je na rozhraní těchto jednotlivých skupin. Pomocí metod, které byly v diplomové práci zařazeny mezi chemické postupy, byly vyrobeny relativně malé a uniformní mikrokapsule zpravidla

kulovitých tvarů. Většinou však tyto částice nebyly stabilní, některé měly také tendenci se shlukovat během výroby (např. mikrokapsule z alginátu – viz. kap. č. 4.1.1.5), kterou neodstranily ani opakované experimenty s použitím dispergátoru.

Fyzikálně – chemické postupy výroby popsané v kap. č. 4. 2. se pro přípravu mikrokapsulí poměrně osvědčily, zejména chitosanové mikrokapsule zpevněné pomocí glutaraldehydu mechanismem zesíťování vykazovaly vysokou stabilitu (viz. kap. 4.2.1.2). Stabilní byly také želatinové mikrokapsule připravené koacervační metodou (viz. kap. 4.2.2). Vhodnost těchto částic k dalšímu použití (popř. nanášení, např. na textilní výrobek) je ale ještě nutné posoudit v dalším výzkumu.

Mechanické metody výroby běžně používané k výrobě mikrokapsulí se nepodařilo v laboratorních podmínkách úspěšně uskutečnit (viz. kap. 4.3). Jedná o speciální zařízení, tak jak je popsáno v teoretické části práce (viz. kap. 2.3.3.2). Simulace byla prováděna tak, že byla enkapsulační směs rozprašována (sprejována) do horkovzdušné komory (sušárna). Při tomto procesu se mají mikrokapsule vytvořit během letu enkapsulační směsi v horkém vzduchu (dochází k evaporaci rozpouštědla). Tyto simulační laboratorní podmínky však nepřinesly dobrý výsledek. Je třeba, aby doba letu enkapsulační směsi přesáhla dobu potřebnou k odpaření rozpouštědla, čehož nebylo v našem případě dosaženo.

Z alternativních postupů výroby mikrokapsulí (kap. 4.4) se osvědčila příprava mikrokapsulí za použití β cyklodextrinu. Nejdůležitějším faktem je, že tyto částice vykazovaly vysokou stálost (zřejmě nejvyšší ze všech použitých metod – posuzováno subjektivně). Problémem by však mohlo být (zejména při jejich aplikaci), že neměly příliš pravidelný kulovitý tvar a dosahovaly relativně velkých velikostí (viz. kap. 4.4.2).

6) ZÁVĚR

Technologie enkapsulace představuje v současné době jeden z hlavních trendů v oblasti chemických oborů. Problematika enkapsulace je značně rozsáhlá a v současné době velmi aktuální. Tato diplomová práce si klade za cíl být úvodem do oblasti výroby mikrokapsulí a nabízí podrobný přehled možných experimentálních technik.

Prvním z cílů diplomové práce bylo provést podrobnou teoretickou rešerši. K její přípravě byly použity prestižní zahraniční prameny [1, 2]. Byla popsána charakteristika mikrokapsulí jako částic, často používané materiály a podrobně rozebrány metody přípravy.

V rámci experimentální části práce byly připraveny mikrokapsule chemickými, fyzikálně-chemickými a mechanickými metodami přípravy.

Z **chemických metody výroby** byla provedena polymerace mikrokapsulí z karboxymethylcelulozy (aktivní látka tekutý parafin), alginátových mikrokapsulí (aktivní látka vonný olej) a mikrokapsulí z PVA (aktivní látka tekutý parafin). Vzniklé soustavy byly vyfotografovány a pomocí softwaru Lucia byla vypočtena velikost částic a objem aktivního jádra. Byl také zkoumán vliv koncentrace karboxymethylcelulozy na velikost částic. Bylo zjištěno, že spolu s rostoucí koncentrací karboxymethylcelulozy se zvětšuje i velikost částic. Vliv objemových poměrů použitého poměru objemu karboxymethylcelulozy a aktivní látky (tekutá parafin) na velikost částic se naopak nepotvrdil. Zároveň ale bylo zjištěno, že tento poměr má zřejmě vliv na objem polymerního obalu. Čím vyšší byl poměr polymeru použitého při výrobě (vzhledem k aktivní látce), tím objemnější byl i polymerní obal ve výsledné mikrokapsuli. Tato závislost však zřejmě není lineární.

Nejvíce se osvědčily **fyzikálně – chemické metody výroby** mikrokapsulí. Tato práce je pouze úvodem do celé problematiky, ale směr dalšího výzkumu by mohl být zde. Byly ověřeny postupy suspenzního zesítnění (chitosanové a želatinové mikrokapsule) a postup koacervace (želatinové mikrokapsule). V případě suspenzního zesítnění chitosanových mikrokapsulí bylo zejména zpevnění pomocí glutaraldehydu poměrně účinné, ale částice se shlukovaly do zhruba milimetrových útvarů, proto je třeba dalšího cíleného výzkumu. Všechny směsi připravené fyzikálně – chemickými způsoby byly také vyfotografovány a proměřeny velikosti vzniklých částic a tloušťka jejich polymerních obalů.

Pokusy simulovat **mechanické metody** výroby v laboratorních podmínkách nebyly příliš úspěšné. Byly připraveny mikrokapsule z arabské gumy metodou sprejování a následné desolvatace. Tato desolvatace byla prováděna různými způsoby, sprejováním do horkovzdušné komory (sušárna) a sprejováním do dehydratačního média (etanol). Ani jeden z těchto pokusů však nebyl úspěšný. V případě sprejování do horkovzdušné komory je nutné zajistit odpaření rozpouštědla během letu částic (dostatečně velké zařízení, vzduchový protiproud apod.), což se v laboratorních podmínkách nepodařilo. V případě desolvatace pomocí dehydratačního média (etanolu) jsou důležité parametry sprejování, jichž nebylo bohužel pomocí běžného mechanického rozprašovače dosaženo.

Z **alternativních metod výroby** mikrokapsulí byl proveden postup molekulární inkluze. Výsledkem byly cyklodextrinové mikrokapsule, jež vykazovaly velmi vysokou stálost (subjektivně posouzeno), zřejmě nejvyšší ze všech použitých metod. Problémem při další aplikaci (např. nanášení na textil) by však mohlo být, že distribuce jejich velikostí je relativně široká a jsou poměrně velké (řádově stovky mikrometrů).

Lze konstatovat, že se podařilo vyrobit mikrokapsule různými metodami a charakterizovat jejich základními parametry – velikost a objemový poměr jádro/obal. Proto lze tuto práci považovat za přínos ve výzkumu procesu enkapsulace a považovat ji za základní studii k dalšímu výzkumu.

7) SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ARSHADY, R. *Manufacturing Methodology of Microcapsules*. MML Series. Volume 1, Preparation, Chemical Applications. Citus Booksy, 576 str. ISBN 0953218716
- [2] ARSHADY, R. *Microcapsule patents and product*. MML Series; Volume 6; London: Citus Books, 336 str. ISBN 0953218767.
- [3] DURANT, Y. *Microcapsule Morphology in Microencapsulation Processes*. University of New Hampshire; 22.7.02. Dostupné z URL: <<http://www.unh.edu/apl/communications/CRS02.pdf>>.
- [4] ZENG, H. *Tayloring properties of core/shell nanoparticle*. IBM T. J. Watson Research Center; New York 10598; 1. 6. 2004. Dostupné z URL: <http://www.nanoscience.gatech.edu/zlwang/paper/2004/04_APL_5.pdf>.
- [5] SANQUANSI, L. *Delivery bioactive ingredient to targeted sites in the gastrointestinal tract*. Food science Australia; 27.2.2006. Dostupné z URL: <<http://www.foodscience.afisc.csiro.au/foodfacts/foodfacts12-microencapsulation.htm>>.
- [6] BOYD, J. *Rice unveils "green" microcapsule*. Medical News Today; 27. 5. 2005. Dostupné z URL: <<http://www.foodscience.afisc.csiro.au/foodfacts/foodfacts12-microencapsulation.htm>>.
- [7] *Lovosa T 20, Lovosa TS 20*. Katalog výrobků; Lovochemie a. s.; Lovosice; 27.3. 2006. Dostupné z URL: <<http://www.lovochemie.cz/docs/lovosa-cz.pdf>>.
- [8] BLASH, P. *Kelpamax – využití v praxi*. Finclub plus a. s; 2003. Dostupné z URL: <<http://www.finclub.cz:8080/web/finweb.nsf/c53f0a630ff99b26c1256832003682d5/3df9a6188812d460c1256bc600375a65!OpenDocument>>.

[9] Chitosan, PDR Health. Dostupné z URL:

<http://www.pdrhealth.com/drug_info/nmdrugprofiles/nutsupdrugs/chi_0067.shtml>.

[10] STEJSKAL, P. *Kitofix; Preparát s účinným množstvím chitosanu a kalcium askorbátu*. Finclub plus a. s; 2003. Dostupné z URL:

<<http://shop.finclub.cz:8080/uvod/gremfr.html>>.

[11] BUREŠOVÁ, P. *Přídavné látky*. Státní zemědělská a potravinářská inspekce. Praha; 9.7.2002. Dostupné z URL:

<<http://www.szpi.gov.cz/cze/informace/article.asp?id=54170&cat=&ts=8ec86>>.

[12] *What is aromacap?* J&C Microshem, inc.; 2002.

Dostupné z URL: <<http://www.microcapsule.com/aromae.htm>>.

[13] MILITKÝ, J. *Textilie s antimikrobiálními vlastnostmi*. Výzkumná studie; Technická univerzita v Liberci; Fakulta textilní; 27.7.2005

[14] MUKARAMI, K. *A Capsule that enables the Simultaneous Decontamination of May Radionuclides*. The Japan Atomic Energy Research Institute; 22.8.2002. Dostupné z URL: <<http://www.jaeri.go.jp/english/press/2002/020822/index.html>>.

[15] *Clozell 10007 Product Information*. Structure and expansion mechanism; PolyChem Alloy; United Kingdom; 16.2.2006. Dostupné z URL:

<<http://www.polychemalloy.com/CLOCELL.pdf>>.

[16] LE – HE, M. *Cultivation of Brevibacterium flavum in new microcapsule system and production of glutamic acid*. Journal of Zhejiang University; září 2005.

Dostupné z URL:

<<http://80.toolkit.dialog.com.dialog.cvut.cz/intranet/cgi/present?STYLE=1360084482&PRESENT=DB=2,AN=9692929,FM=9,SEARCH=MD.GenericSearch>>.

[17] STROBL, J. *Master 25 ME*. Agrovita spol. s. r. o.; Jesenice; 14.4.2006

Dostupné z URL: <<http://www.agrovita.cz/pripravky/master.html>>.

- [18] BRANDT, B. *Appleton Marks 50 years of Making Carbonless Paper*. Wiskonsin. 23.3.2004. Dostupné z URL: <http://www.appletonideas.com/pdf/Appleton_Celebrates_50_Years_NCR_Paper.pdf>.
- [19] NEBESÁŘOVÁ, J. *Elektronová mikroskopie pro biology*. České budějovice. 13.1.2002. Dostupné z URL: <<http://www.paru.cas.cz/lem/book/Podkap/4.2.html>>.
- [20] DUCHÁČEK, V. *Polymery – Výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. Vysoká škola chemicko – technologická v Praze. Praha 1995; 354 str.
- [21] PROKOPOVÁ, I. *Makromolekulární chemie*. Vysoká škola chemicko – technologická v Praze. Praha 2004; 207 str.
- [22] LANDFESTER, K. *Miniemulsion polymerization*. Max Planck Institute of Colloids and Interfaces. Postdam. 2002. Dostupné z URL: <<http://www.mpikg-golm.mpg.de/kc/landfester/>>.
- [23] MANDAL, T. *Preparation of biodegradable microcapsules using solvent evaporation technique*. J. Microencapsulation. 1996.
- [24] GREEN, B. *Pressure sensitive record materiál, US Patent*, červen 1955. 2 712 507.
- [25] OKADA, J. *Factors affecting microencapsulability in simple gelatin coacervation*, J. Microencapsulation. 1985.
- [26] KWARSKI, C. *Recent advances in microencapsulation technology and equipment*, Drug Dev. Ind. Pharm. 1988.
- [27] SPARKS, R. *Comparison of microencapsulation processes for controlled release of druha and chemicals*. Polym. Sci. Tech. 1986.
- [28] ROSENBERG, M. KOPELMAN, I. *Factors affecting retention in spray drying microencapsulation of volatile materials*, J. Agri. Food Chem, 1990.

- [29] BALASSA, L. *Microencapsulation in the food industry*, *Critical Reviews in Food Technol*, 1971.
- [30] BAER, C. CANDIDUS, E. CLOUGH, P. *Vapour deposition of Al on heat sensitive substrates*, US Patent 1961
- [31] WURSTER, D. US Patents 1996, 3 241 520 a 3 253 944 26; US Patent 1953, 2 648 609; US Patents 1957, 2 799 241, US Patent 1963. 3 089 824
- [32] FUKUMORI, Y. ICHIKAWA, H. TUKOMITSU, H. *Design and preparation of ethyl cellulose microcapsules of gadopentetate dimeglumine for neutron capture therapy*, *Chem. Pharm. Bull.* 1993
- [33] MURAMATSU, N. KONDO, T. *An approach to prepare microparticles of uniform size*; *J. Microencapsulation* 1995
- [34] TAHATA, H. KOBAYASHI, M. *Effect of plasticizer on microencapsulation with enteric polymer by surface neutralization method*, *Chem. Pharm. Bull.* 1993
- [35] SZENTE, L. SZEJTLI, J. *Stabilization of flavors by cyclodextrins*, in Risch S J, *Flavour encapsulation*, ACS Symposium Series 370 (Washington: American Chemical Society), 1998
- [36] CHEMICALLAND21.COM. *Kristin's Honors Project: Drug Label Analysis of Nasonex*, 2000
Dostupné z URL: <<http://www.missouri.edu/~chemrg/212w03/Clarke/honors.html>>.
- [37] PENG, P. HUIQIN, X. *Surface modification of sphalerite with sodium alginate*. 22.2. 2005. Dostupné z URL:
<http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TFR-4H74M1P-2&_coverDate=02%2F15%2F2006&_alid=399447970&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_qd=1&_cdi=5233&_sort=d&view=c&_acct=C000034259&_version=1&_urlVersion=0&_userid=640831&md5=8c8b6470718282dee753c69e5e26b994>.

8) SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Naměřená data - velikosti mikrokapsulí z karboxymethylcelulozy

Příloha č. 2: Statistická analýza naměřených dat (velikosti mikrokapsulí z karboxymethylcelulozy)

Příloha č. 3: Histogramy velikostí mikrokapsulí z karboxymethylcelulozy

Příloha č. 4: Naměřená data – velikosti mikrokapsulí z ostatních polymerů

Příloha č. 5: Naměřená data – objemová procenta obalů z karboxymethylcelulozy

Příloha č. 6: Histogramy objemových procent obalů z karboxymethylcelulozy

Příloha č. 7: Naměřená data – objemová procenta obalů z ostatních polymerů

Data – Průměr mikrokapsulí – 1% karboxymethylceluloza

Položka	Emulze č. 1 [μm]	Emulze č. 2 [μm]	Emulze č. 3 [μm]	Emulze č. 4 [μm]	Emulze č. 5 [μm]	Emulze č. 6 [μm]
1	19,78	32,97	65,93	118,68	32,97	39,56
2	26,37	19,78	39,56	72,53	32,97	46,15
3	85,71	26,37	39,56	98,9	39,56	19,78
4	19,78	6,59	26,37	52,75	26,37	26,37
5	13,19	32,97	32,97	26,37	98,9	72,53
6	6,59	19,78	32,97	19,78	19,78	46,15
7	19,78	19,78	13,19	19,78	39,56	46,15
8	13,19	13,19	19,78	19,78	32,97	32,97
9	6,59	13,19	19,78	39,56	46,15	26,37
10	6,59	19,78	26,37	32,97	26,37	32,97
11	39,56	6,59	19,78	19,78	26,37	26,37
12	32,97	6,59	26,37	26,37	26,37	26,37
13	19,78	19,78	32,97	26,37	26,37	19,78
14	6,59	125,27	26,37	19,78	19,78	19,78
15	13,19	72,53	19,78	19,78	32,97	13,19
16	6,59	138,46	19,78	26,37	32,97	13,19
17	13,19	98,9	72,53	52,75	39,56	46,15
18	6,59	32,97	32,97	79,12	39,56	32,97
19	13,19	19,78	26,37	59,34	32,97	13,19
20	6,59	13,19	79,12	65,93	19,78	19,78
21	6,59	6,59	131,87	26,37	19,78	39,56
22	13,19	13,19	26,37	79,12	19,78	39,56
23	13,19	19,78	19,78	19,78	32,97	19,78
24	32,97	13,19	19,78	19,78	39,56	19,78
25	19,78	26,37	19,78	26,37	13,19	19,78
26	13,19	6,59	13,19	39,56	19,78	26,37
27	13,19	6,59	26,37	19,78	19,78	26,37
28	6,59	13,19	79,12	46,15	26,37	26,37
29	6,59	13,19	92,31	65,93	39,56	26,37
30	13,19	13,19	52,75	32,97	19,78	19,78
31	13,19	13,19	52,75	26,37	26,37	26,37
32	13,19	19,78	52,75	32,97	19,78	19,78
33	6,59	13,19	32,97	59,34	19,78	13,19
34	13,19	13,19	32,97	65,93	65,93	19,78
35	6,59	13,19	72,53	26,37	13,19	26,37
36	13,19	19,78	26,37	19,78	19,78	26,37
37	6,59	13,19	19,78	19,78	19,78	39,56
38	13,19	13,19	46,15	32,97	19,78	19,78
39	6,59	6,59	59,34	19,78	19,78	26,37
40	13,19	19,78	39,56	19,78	26,37	39,56
41	13,19	13,19	52,75	13,19	19,78	39,56
42	6,59	13,19	19,78	19,78	26,37	39,56
43	19,78	26,37	26,37	19,78	19,78	26,37
44	6,59	19,78	19,78	19,78	26,37	19,78
45	13,19	26,37	6,59	79,12	32,97	19,78
46	6,59	19,78	13,19	6,59	46,15	19,78
47	19,78	13,19	19,78	19,78	26,37	19,78
48	6,59	19,78	6,59	19,78	112,09	19,78
49	6,59	19,78	13,19	13,19	26,37	26,37

Položka	Emulze č. 1 [μm]	Emulze č. 2 [μm]	Emulze č. 3 [μm]	Emulze č. 4 [μm]	Emulze č. 5 [μm]	Emulze č. 6 [μm]
50	13,19	26,37	39,56	13,19	26,37	19,78
51	26,37	19,78	19,78	39,56	26,37	65,93
52	19,78	13,19	46,15	32,97	46,15	26,37
53	19,78	19,78	19,78	19,78	39,56	26,37
54	19,78	46,15	13,19	26,37	26,37	52,75
55	26,37	19,78	19,78	19,78	32,97	32,97
56	13,19	26,37	19,78	26,37	65,93	26,37
57	13,19	19,78	26,37	13,19	32,97	19,78
58	26,37	19,78	118,68	32,97	13,19	32,97
59	13,19	32,97	138,46	19,78	26,37	26,37
60	6,59	39,56	52,75	19,78	39,56	19,78
61	6,59	26,37	46,15	26,37	39,56	26,37
62	13,19	26,37	39,56	19,78	46,15	39,56
63	13,19	13,19	92,31	19,78	26,37	19,78
64	13,19	19,78	79,12	105,49	26,37	26,37
65	6,59	32,97	98,9	26,37	52,75	19,78
66	6,59	19,78	46,15	26,37	26,37	19,78
67	6,59	19,78	19,78	19,78	46,15	19,78
68	13,19	19,78	19,78	32,97	26,37	26,37
69	6,59	19,78	32,97	52,75	19,78	19,78
70	6,59	19,78	13,19	32,97	26,37	32,97
71	32,97	32,97	13,19	32,97	39,56	13,19
72	13,19	32,97	19,78	32,97	26,37	26,37
73	13,19	19,78	26,37	26,37	46,15	19,78
74	6,59	26,37	65,93	32,97	131,87	13,19
75	6,59	32,97	26,37	19,78	46,15	32,97
76	6,59	26,37	19,78	26,37	19,78	26,37
77	6,59	32,97	13,19	46,15	26,37	13,19
78	6,59	26,37	19,78	105,49	19,78	26,37
79	13,19	26,37	26,37	19,78	19,78	19,78
80	13,19	19,78	26,37	19,78	72,53	13,19
81	46,15	26,37	13,19	19,78	19,78	32,97
82	13,19	19,78	13,19	26,37	32,97	13,19
83	13,19	19,78	19,78	19,78	19,78	13,19
84	6,59	26,37	26,37	26,37	39,56	19,78
85	6,59	26,37	26,37	26,37	32,97	26,37
86	6,59	19,78	19,78	19,78	85,71	19,78
87	6,59	19,78	6,59	39,56	13,19	26,37
88	13,19	19,78	19,78	19,78	26,37	26,37
89	13,19	19,78	19,78	19,78	46,15	46,15
90	13,19	26,37	85,71	26,37	32,97	26,37
91	19,78	19,78	46,15	19,78	98,9	6,59
92	13,19	26,37	32,97	19,78	13,19	13,19
93	26,37	32,97	19,78	26,37	26,37	19,78
94	13,19	19,78	26,37	26,37	19,78	19,78
95	13,19	26,37	19,78	19,78	13,19	13,19
96	19,78	39,56	19,78	26,37	32,97	13,19
97	6,59	92,31	26,37	46,15	19,78	13,19
98	13,19	26,37	19,78	26,37	19,78	13,19
99	6,59	19,78	19,78	32,97	46,15	46,15
100	13,19	19,78	26,37	19,78	19,78	138,46

Položka	Emulze č. 1 [μm]	Emulze č. 2 [μm]	Emulze č. 3 [μm]	Emulze č. 4 [μm]	Emulze č. 5 [μm]	Emulze č. 6 [μm]
101	13,19	13,19	26,37	19,78	19,78	46,15
102	6,59	19,78	19,78	19,78	46,15	39,56
103	13,19	13,19	13,19	26,37	26,37	46,15
104	13,19	19,78	19,78	19,78	26,37	19,78
105	6,59	26,37	26,37	19,78	32,97	26,37
106	6,59	13,19	19,78	19,78	26,37	19,78
107	19,78	19,78	19,78	13,19	32,97	19,78
108	6,59	26,37	19,78	79,12	26,37	32,97
109	6,59	26,37	19,78	19,78	32,97	32,97
110	19,78	32,97	19,78	59,34	19,78	19,78
111	6,59	6,59	19,78	32,97	13,19	19,78
112	19,78	13,19	13,19	32,97	19,78	26,37
113	6,59	19,78	6,59	32,97	26,37	85,71
114	13,19	13,19	26,37	26,37	19,78	32,97
115	6,59	13,19	19,78	13,19	19,78	26,37
116	13,19	26,37	19,78	26,37	19,78	13,19
117	13,19	204,4	13,19	32,97	19,78	19,78
118	13,19	204,4	19,78	32,97	26,37	26,37
119	13,19	151,65	19,78	39,56	26,37	19,78
120	13,19	19,78	19,78	125,27	19,78	52,75
121	13,19	13,19	13,19	26,37	26,37	19,78
122	19,78	26,37	13,19	19,78	92,31	19,78
123	6,59	26,37	32,97	32,97	13,19	19,78
124	13,19	13,19	59,34	19,78	26,37	19,78
125	6,59	26,37	59,34	19,78	26,37	26,37
126	13,19	19,78	39,56	13,19	72,53	32,97
127	13,19	26,37	26,37	65,93	19,78	19,78
128	19,78	13,19	52,75	19,78	39,56	46,15
129	6,59	19,78	92,31	26,37	52,75	32,97
130	6,59	13,19	39,56	13,19	26,37	32,97
131	13,19	19,78	26,37	13,19	19,78	26,37
132	6,59	19,78	13,19	26,37	19,78	32,97
133	46,15	19,78	13,19	19,78	39,56	26,37
134	6,59	19,78	13,19	19,78	26,37	26,37
135	26,37	19,78	6,59	19,78	26,37	26,37
136	6,59	19,78	46,15	19,78	39,56	39,56
137	6,59	26,37	19,78	26,37	19,78	13,19
138	72,53	26,37	19,78	32,97	32,97	19,78
139	13,19	19,78	19,78	32,97	26,37	19,78
140	13,19	19,78	13,19	32,97	19,78	26,37
141	19,78	13,19	191,21	26,37	26,37	13,19
142	19,78	13,19	32,97	59,34	26,37	19,78
143	13,19	13,19	13,19	85,71	19,78	13,19
144	13,19	13,19	26,37	32,97	19,78	26,37
145	6,59	131,87	19,78	26,37	19,78	26,37
146	13,19	19,78	13,19	46,15	26,37	13,19
147	13,19	26,37	19,78	26,37	19,78	13,19
148	26,37	26,37	13,19	19,78	26,37	19,78
149	13,19	13,19	13,19	19,78	52,75	19,78
150	6,59	6,59	13,19	26,37	32,97	26,37
151	6,59	6,59	19,78	32,97	26,37	32,97

Položka	Emulze č. 1 [μm]	Emulze č. 2 [μm]	Emulze č. 3 [μm]	Emulze č. 4 [μm]	Emulze č. 5 [μm]	Emulze č. 6 [μm]
152	13,19	26,37	13,19	26,37	26,37	26,37
153	13,19	6,59	19,78	32,97	26,37	26,37
154	13,19	13,19	13,19	32,97	19,78	13,19
155	13,19	19,78	13,19	19,78	32,97	19,78
156	6,59	39,56	13,19	26,37	32,97	32,97
157	6,59	19,78	13,19	32,97	19,78	26,37
158	13,19	13,19	13,19	52,75	19,78	19,78
159	6,59	13,19	19,78	46,15	13,19	26,37
160	105,49	6,59	19,78	39,56	32,97	32,97
161	26,37	13,19	39,56	26,37	32,97	26,37
162	13,19	26,37	19,78	19,78	32,97	13,19
163	6,59	26,37	19,78	39,56	19,78	46,15
164	13,19	26,37	19,78	32,97	19,78	59,34
165	13,19	19,78	39,56	46,15	19,78	19,78
166	19,78	19,78	145,05	32,97	19,78	26,37
167	6,59	13,19	32,97	19,78	13,19	26,37
168	13,19	19,78	65,93	13,19	26,37	19,78
169	13,19	13,19	39,56	19,78	13,19	26,37
170	6,59	13,19	19,78	26,37	19,78	32,97
171	13,19	19,78	19,78	32,97	26,37	19,78
172	19,78	13,19	19,78	32,97	19,78	19,78
173	13,19	19,78	19,78	26,37	13,19	26,37
174	13,19	26,37	39,56	32,97	19,78	19,78
175	19,78	26,37	19,78	19,78	52,75	19,78
176	6,59	32,97	13,19	46,15	26,37	19,78
177	13,19	184,62	13,19	26,37	52,75	26,37
178	13,19	13,19	6,59	98,9	19,78	26,37
179	6,59	19,78	13,19	52,75	26,37	13,19
180	13,19	26,37	13,19	46,15	26,37	19,78
181	6,59	26,37	19,78	26,37	32,97	19,78
182	13,19	19,78	39,56	19,78	19,78	13,19
183	26,37	13,19	32,97	19,78	19,78	19,78
184	6,59	19,78	26,37	39,56	26,37	13,19
185	13,19	19,78	19,78	32,97	19,78	26,37
186	13,19	19,78	13,19	39,56	13,19	19,78
187	6,59	19,78	19,78	26,37	19,78	32,97
188	6,59	26,37	19,78	19,78	19,78	26,37
189	13,19	26,37	26,37	39,56	39,56	59,34
190	6,59	19,78	26,37	26,37	26,37	19,78
191	13,19	19,78	32,97	59,34	32,97	26,37
192	13,19	19,78	26,37	39,56	52,75	46,15
193	13,19	19,78	32,97	26,37	59,34	13,19
194	13,19	26,37	98,9	46,15	19,78	26,37
195	46,15	26,37	92,31	26,37	13,19	39,56
196	6,59	26,37	19,78	26,37	19,78	19,78
197	19,78	26,37	19,78	32,97	13,19	26,37
198	13,19	13,19	13,19	19,78	19,78	39,56
199	6,59	19,78	6,59	32,97	26,37	19,78
200	52,75	13,19	13,19	19,78	26,37	19,78

Data – Průměr mikrokapsulí – 2% karboxymethylceluloza

Položka	Emulze č. 7 [μm]	Emulze č. 8 [μm]	Emulze č. 9 [μm]	Emulze č. 10 [μm]	Emulze č. 11 [μm]	Emulze č. 12[μm]
1	19,78	52,75	65,93	19,78	98,9	19,78
2	26,37	32,97	32,97	32,97	26,37	26,37
3	85,71	32,97	26,37	32,97	46,15	46,15
4	19,78	19,78	19,78	26,37	39,56	26,37
5	13,19	32,97	19,78	32,97	46,15	26,37
6	6,59	13,19	26,37	32,97	52,75	39,56
7	19,78	32,97	26,37	32,97	32,97	32,97
8	13,19	46,15	19,78	26,37	26,37	39,56
9	6,59	46,15	46,15	32,97	52,75	39,56
10	6,59	32,97	32,97	19,78	46,15	32,97
11	39,56	26,37	32,97	26,37	32,97	32,97
12	32,97	19,78	26,37	19,78	46,15	39,56
13	19,78	52,75	39,56	19,78	46,15	39,56
14	6,59	46,15	46,15	13,19	79,12	39,56
15	13,19	92,31	32,97	19,78	26,37	39,56
16	6,59	59,34	52,75	32,97	39,56	39,56
17	13,19	39,56	59,34	19,78	52,75	39,56
18	6,59	32,97	26,37	46,15	46,15	39,56
19	13,19	46,15	26,37	125,27	46,15	32,97
20	6,59	72,53	26,37	26,37	46,15	32,97
21	6,59	59,34	65,93	32,97	52,75	39,56
22	13,19	26,37	32,97	39,56	52,75	32,97
23	13,19	32,97	39,56	26,37	59,34	39,56
24	32,97	32,97	46,15	26,37	32,97	52,75
25	19,78	13,19	52,75	19,78	26,37	59,34
26	13,19	26,37	26,37	6,59	32,97	26,37
27	13,19	32,97	19,78	26,37	46,15	39,56
28	6,59	52,75	26,37	26,37	26,37	39,56
29	6,59	118,68	19,78	26,37	39,56	19,78
30	13,19	92,31	26,37	19,78	52,75	19,78
31	13,19	59,34	19,78	26,37	26,37	32,97
32	13,19	39,56	19,78	26,37	32,97	26,37
33	6,59	32,97	13,19	26,37	39,56	39,56
34	13,19	59,34	26,37	19,78	39,56	32,97
35	6,59	32,97	13,19	19,78	46,15	26,37
36	13,19	32,97	32,97	26,37	52,75	46,15
37	6,59	19,78	32,97	19,78	39,56	59,34
38	13,19	32,97	26,37	39,56	65,93	46,15
39	6,59	19,78	19,78	26,37	85,71	39,56
40	13,19	46,15	46,15	26,37	32,97	32,97
41	13,19	46,15	39,56	13,19	98,9	26,37
42	6,59	39,56	26,37	26,37	32,97	39,56
43	19,78	39,56	19,78	39,56	32,97	32,97
44	6,59	32,97	26,37	32,97	39,56	32,97
45	13,19	39,56	13,19	19,78	59,34	39,56
46	6,59	13,19	32,97	26,37	125,27	39,56
47	19,78	13,19	19,78	32,97	39,56	39,56
48	6,59	39,56	26,37	13,19	32,97	32,97

Položka	Emulze č. 7 [μm]	Emulze č. 8 [μm]	Emulze č. 9 [μm]	Emulze č.10 [μm]	Emulze č.11 [μm]	Emulze č.12[μm]
49	6,59	19,78	19,78	26,37	32,97	52,75
50	13,19	26,37	26,37	19,78	85,71	32,97
51	26,37	19,78	19,78	13,19	39,56	32,97
52	19,78	59,34	19,78	19,78	52,75	39,56
53	19,78	72,53	145,05	19,78	52,75	39,56
54	19,78	13,19	72,53	19,78	32,97	46,15
55	26,37	13,19	32,97	19,78	52,75	46,15
56	13,19	13,19	39,56	52,75	32,97	52,75
57	13,19	13,19	46,15	13,19	46,15	46,15
58	26,37	19,78	72,53	19,78	125,27	32,97
59	13,19	19,78	26,37	19,78	26,37	32,97
60	6,59	13,19	26,37	19,78	52,75	32,97
61	6,59	19,78	26,37	105,49	39,56	39,56
62	13,19	19,78	26,37	19,78	32,97	52,75
63	13,19	26,37	39,56	39,56	59,34	39,56
64	13,19	19,78	13,19	19,78	39,56	19,78
65	6,59	19,78	13,19	26,37	26,37	32,97
66	6,59	19,78	19,78	26,37	32,97	32,97
67	6,59	92,31	59,34	85,71	46,15	32,97
68	13,19	13,19	59,34	19,78	32,97	32,97
69	6,59	19,78	39,56	19,78	32,97	32,97
70	6,59	13,19	52,75	32,97	26,37	39,56
71	32,97	19,78	19,78	32,97	26,37	46,15
72	13,19	13,19	26,37	46,15	32,97	32,97
73	13,19	19,78	52,75	13,19	46,15	32,97
74	6,59	19,78	26,37	32,97	59,34	59,34
75	6,59	26,37	26,37	26,37	39,56	26,37
76	6,59	26,37	39,56	19,78	52,75	32,97
77	6,59	79,12	46,15	32,97	26,37	26,37
78	6,59	32,97	26,37	32,97	46,15	72,53
79	13,19	26,37	39,56	19,78	52,75	32,97
80	13,19	46,15	19,78	26,37	72,53	184,62
81	46,15	32,97	59,34	19,78	26,37	39,56
82	13,19	19,78	19,78	32,97	39,56	26,37
83	13,19	19,78	26,37	26,37	59,34	46,15
84	6,59	32,97	32,97	19,78	65,93	39,56
85	6,59	13,19	26,37	26,37	46,15	26,37
86	6,59	26,37	32,97	26,37	197,8	59,34
87	6,59	26,37	19,78	32,97	46,15	46,15
88	13,19	26,37	19,78	19,78	46,15	65,93
89	13,19	19,78	19,78	26,37	52,75	39,56
90	13,19	85,71	19,78	19,78	52,75	52,75
91	19,78	26,37	13,19	19,78	52,75	32,97
92	13,19	39,56	13,19	39,56	39,56	46,15
93	26,37	39,56	26,37	26,37	59,34	32,97
94	13,19	32,97	19,78	32,97	13,19	39,56
95	13,19	26,37	39,56	39,56	19,78	39,56
96	19,78	19,78	26,37	13,19	39,56	39,56
97	6,59	65,93	59,34	19,78	32,97	32,97
98	13,19	46,15	32,97	39,56	19,78	26,37
99	6,59	52,75	46,15	26,37	26,37	46,15

Položka	Emulze č. 7 [μm]	Emulze č. 8 [μm]	Emulze č. 9 [μm]	Emulze č.10 [μm]	Emulze č.11 [μm]	Emulze č.12[μm]
100	13,19	26,37	26,37	32,97	26,37	52,75
101	13,19	59,34	92,31	19,78	19,78	59,34
102	6,59	26,37	39,56	32,97	26,37	72,53
103	13,19	39,56	26,37	19,78	39,56	59,34
104	13,19	26,37	46,15	32,97	46,15	65,93
105	6,59	32,97	19,78	19,78	39,56	98,9
106	6,59	19,78	26,37	39,56	46,15	72,53
107	19,78	19,78	26,37	26,37	72,53	105,49
108	6,59	59,34	19,78	19,78	39,56	72,53
109	6,59	39,56	32,97	52,75	19,78	79,12
110	19,78	19,78	13,19	32,97	46,15	92,31
111	6,59	26,37	52,75	26,37	26,37	92,31
112	19,78	26,37	26,37	46,15	19,78	118,68
113	6,59	79,12	26,37	13,19	32,97	39,56
114	13,19	72,53	32,97	19,78	39,56	145,05
115	6,59	46,15	19,78	26,37	85,71	32,97
116	13,19	52,75	13,19	26,37	92,31	39,56
117	13,19	59,34	32,97	32,97	72,53	59,34
118	13,19	72,53	32,97	39,56	72,53	26,37
119	13,19	32,97	13,19	32,97	105,49	39,56
120	13,19	79,12	26,37	39,56	39,56	19,78
121	13,19	26,37	19,78	26,37	26,37	26,37
122	19,78	26,37	32,97	19,78	39,56	39,56
123	6,59	145,05	26,37	32,97	46,15	52,75
124	13,19	138,46	39,56	19,78	46,15	39,56
125	6,59	92,31	26,37	39,56	32,97	46,15
126	13,19	59,34	39,56	32,97	19,78	46,15
127	13,19	52,75	32,97	26,37	26,37	46,15
128	19,78	26,37	32,97	39,56	19,78	65,93
129	6,59	26,37	19,78	13,19	32,97	52,75
130	6,59	32,97	26,37	32,97	32,97	52,75
131	13,19	13,19	32,97	32,97	39,56	59,34
132	6,59	19,78	19,78	39,56	46,15	59,34
133	46,15	26,37	19,78	19,78	85,71	52,75
134	6,59	19,78	26,37	46,15	26,37	65,93
135	26,37	26,37	26,37	39,56	19,78	59,34
136	6,59	59,34	32,97	26,37	32,97	145,05
137	6,59	32,97	26,37	26,37	46,15	26,37
138	72,53	32,97	13,19	32,97	26,37	19,78
139	13,19	19,78	19,78	26,37	32,97	32,97
140	13,19	32,97	26,37	26,37	52,75	39,56
141	19,78	19,78	26,37	79,12	39,56	39,56
142	19,78	19,78	39,56	26,37	46,15	65,93
143	13,19	32,97	26,37	19,78	26,37	59,34
144	13,19	26,37	32,97	26,37	39,56	59,34
145	6,59	19,78	19,78	26,37	32,97	79,12
146	13,19	39,56	26,37	26,37	52,75	39,56
147	13,19	19,78	19,78	32,97	65,93	46,15
148	26,37	32,97	32,97	26,37	46,15	32,97
149	13,19	13,19	13,19	32,97	72,53	65,93
150	6,59	26,37	39,56	19,78	59,34	52,75

Položka	Emulze č. 7 [μm]	Emulze č. 8 [μm]	Emulze č. 9 [μm]	Emulze č.10 [μm]	Emulze č.11 [μm]	Emulze č.12[μm]
151	6,59	19,78	19,78	26,37	46,15	65,93
152	13,19	39,56	32,97	13,19	65,93	46,15
153	13,19	19,78	46,15	39,56	39,56	46,15
154	13,19	26,37	19,78	19,78	39,56	98,9
155	13,19	39,56	19,78	13,19	32,97	46,15
156	6,59	19,78	19,78	26,37	26,37	39,56
157	6,59	13,19	32,97	26,37	72,53	46,15
158	13,19	13,19	26,37	26,37	39,56	46,15
159	6,59	19,78	13,19	32,97	26,37	46,15
160	105,49	19,78	32,97	19,78	59,34	59,34
161	26,37	26,37	26,37	19,78	46,15	72,53
162	13,19	112,09	39,56	32,97	19,78	65,93
163	6,59	13,19	26,37	52,75	52,75	52,75
164	13,19	6,59	79,12	32,97	52,75	65,93
165	13,19	19,78	13,19	26,37	39,56	52,75
166	19,78	65,93	19,78	19,78	46,15	32,97
167	6,59	39,56	19,78	19,78	39,56	59,34
168	13,19	19,78	26,37	26,37	32,97	46,15
169	13,19	19,78	46,15	46,15	39,56	32,97
170	6,59	13,19	52,75	39,56	19,78	39,56
171	13,19	19,78	72,53	79,12	112,09	19,78
172	19,78	19,78	26,37	19,78	32,97	85,71
173	13,19	13,19	13,19	26,37	19,78	72,53
174	13,19	19,78	19,78	26,37	19,78	92,31
175	19,78	26,37	13,19	19,78	32,97	72,53
176	6,59	32,97	19,78	32,97	32,97	46,15
177	13,19	19,78	19,78	32,97	32,97	92,31
178	13,19	39,56	26,37	19,78	39,56	72,53
179	6,59	19,78	32,97	26,37	32,97	118,68
180	13,19	39,56	46,15	19,78	32,97	118,68
181	6,59	32,97	26,37	19,78	46,15	112,09
182	13,19	39,56	26,37	19,78	46,15	112,09
183	26,37	26,37	19,78	32,97	32,97	171,43
184	6,59	26,37	39,56	26,37	39,56	46,15
185	13,19	13,19	39,56	32,97	65,93	32,97
186	13,19	46,15	105,49	13,19	39,56	46,15
187	6,59	39,56	13,19	13,19	46,15	46,15
188	6,59	26,37	19,78	59,34	19,78	39,56
189	13,19	26,37	26,37	32,97	26,37	39,56
190	6,59	19,78	19,78	26,37	72,53	32,97
191	13,19	19,78	26,37	26,37	26,37	32,97
192	13,19	32,97	26,37	26,37	46,15	39,56
193	13,19	39,56	26,37	32,97	32,97	32,97
194	13,19	19,78	26,37	32,97	39,56	39,56
195	46,15	6,59	26,37	46,15	46,15	39,56
196	6,59	26,37	19,78	19,78	65,93	32,97
197	19,78	19,78	32,97	26,37	52,75	39,56
198	13,19	19,78	13,19	19,78	65,93	32,97
199	6,59	26,37	26,37	32,97	46,15	32,97
200	52,75	19,78	19,78	19,78	72,53	32,97

Data – Průměr mikrokapsulí – 3% karboxymethylceluloza

Položka	Emulze č. 13 [μm]	Emulze č. 14 [μm]	Emulze č. 15 [μm]	Emulze č. 16 [μm]	Emulze č. 17 [μm]	Emulze č. 18 [μm]
1	32,97	32,97	39,56	39,56	46,15	46,15
2	26,37	39,56	32,97	59,34	26,37	65,93
3	19,78	39,56	26,37	46,15	26,37	79,12
4	19,78	32,97	112,09	46,15	46,15	72,53
5	46,15	39,56	52,75	19,78	39,56	92,31
6	65,93	46,15	39,56	39,56	32,97	72,53
7	13,19	32,97	46,15	46,15	65,93	59,34
8	26,37	39,56	32,97	39,56	39,56	52,75
9	13,19	46,15	39,56	26,37	52,75	39,56
10	19,78	32,97	65,93	79,12	52,75	32,97
11	19,78	46,15	79,12	46,15	79,12	32,97
12	26,37	32,97	59,34	39,56	92,31	46,15
13	46,15	26,37	32,97	32,97	65,93	52,75
14	32,97	39,56	46,15	118,68	46,15	98,9
15	52,75	19,78	39,56	98,9	32,97	72,53
16	52,75	46,15	32,97	125,27	32,97	72,53
17	19,78	39,56	59,34	26,37	52,75	65,93
18	26,37	26,37	65,93	46,15	46,15	72,53
19	26,37	32,97	26,37	46,15	46,15	46,15
20	257,14	19,78	32,97	59,34	32,97	52,75
21	39,56	32,97	26,37	32,97	39,56	59,34
22	32,97	32,97	19,78	118,68	39,56	105,49
23	39,56	26,37	19,78	46,15	39,56	65,93
24	32,97	32,97	32,97	72,53	32,97	59,34
25	39,56	32,97	46,15	46,15	26,37	65,93
26	19,78	32,97	26,37	52,75	32,97	72,53
27	26,37	39,56	52,75	52,75	59,34	65,93
28	26,37	32,97	46,15	59,34	26,37	39,56
29	32,97	32,97	32,97	46,15	52,75	72,53
30	32,97	32,97	32,97	46,15	59,34	52,75
31	32,97	46,15	19,78	59,34	46,15	85,71
32	39,56	39,56	32,97	46,15	65,93	92,31
33	39,56	32,97	39,56	52,75	59,34	52,75
34	19,78	32,97	32,97	52,75	65,93	65,93
35	92,31	32,97	39,56	46,15	46,15	52,75
36	32,97	46,15	32,97	39,56	46,15	59,34
37	32,97	32,97	46,15	26,37	39,56	92,31
38	39,56	39,56	39,56	46,15	52,75	26,37
39	39,56	26,37	39,56	52,75	52,75	39,56
40	32,97	39,56	59,34	26,37	59,34	32,97
41	59,34	32,97	98,9	46,15	65,93	59,34
42	32,97	39,56	85,71	32,97	46,15	92,31
43	32,97	46,15	59,34	72,53	26,37	39,56
44	19,78	39,56	46,15	19,78	52,75	19,78
45	52,75	39,56	72,53	39,56	46,15	19,78
46	32,97	32,97	79,12	26,37	52,75	19,78
47	39,56	26,37	98,9	32,97	52,75	26,37
48	151,65	26,37	19,78	39,56	65,93	26,37
49	26,37	39,56	19,78	65,93	85,71	26,37

Položka	Emulze č. 13 [μm]	Emulze č. 14 [μm]	Emulze č. 15 [μm]	Emulze č. 16 [μm]	Emulze č. 17 [μm]	Emulze č. 18 [μm]
50	52,75	39,56	39,56	46,15	39,56	39,56
51	26,37	26,37	32,97	39,56	32,97	59,34
52	26,37	32,97	52,75	32,97	26,37	72,53
53	32,97	26,37	32,97	46,15	26,37	72,53
54	164,84	46,15	26,37	26,37	52,75	65,93
55	26,37	39,56	52,75	26,37	39,56	72,53
56	39,56	26,37	59,34	32,97	59,34	98,9
57	26,37	32,97	19,78	39,56	32,97	52,75
58	52,75	26,37	19,78	46,15	72,53	59,34
59	26,37	39,56	32,97	32,97	79,12	39,56
60	19,78	32,97	26,37	32,97	46,15	46,15
61	39,56	26,37	39,56	52,75	46,15	72,53
62	39,56	39,56	26,37	32,97	59,34	46,15
63	46,15	46,15	39,56	32,97	59,34	52,75
64	250,55	26,37	19,78	32,97	52,75	52,75
65	26,37	32,97	19,78	39,56	39,56	39,56
66	26,37	46,15	19,78	26,37	46,15	65,93
67	65,93	32,97	19,78	39,56	59,34	92,31
68	32,97	46,15	32,97	19,78	59,34	65,93
69	19,78	19,78	19,78	13,19	65,93	39,56
70	32,97	39,56	32,97	32,97	52,75	59,34
71	32,97	26,37	26,37	26,37	52,75	59,34
72	26,37	39,56	19,78	26,37	39,56	79,12
73	32,97	32,97	39,56	19,78	39,56	32,97
74	39,56	26,37	26,37	26,37	32,97	59,34
75	32,97	72,53	39,56	26,37	59,34	65,93
76	52,75	26,37	59,34	39,56	46,15	52,75
77	19,78	39,56	118,68	26,37	26,37	39,56
78	26,37	19,78	39,56	32,97	52,75	72,53
79	178,02	39,56	32,97	26,37	39,56	46,15
80	26,37	59,34	19,78	46,15	52,75	65,93
81	26,37	26,37	32,97	46,15	32,97	72,53
82	59,34	52,75	19,78	32,97	39,56	52,75
83	39,56	26,37	13,19	26,37	39,56	39,56
84	32,97	32,97	19,78	26,37	46,15	59,34
85	32,97	32,97	26,37	19,78	26,37	65,93
86	13,19	52,75	13,19	39,56	26,37	65,93
87	19,78	52,75	13,19	39,56	39,56	52,75
88	19,78	46,15	19,78	52,75	32,97	39,56
89	19,78	32,97	19,78	32,97	52,75	65,93
90	32,97	26,37	46,15	32,97	39,56	46,15
91	19,78	59,34	26,37	26,37	46,15	72,53
92	32,97	39,56	19,78	32,97	26,37	59,34
93	85,71	32,97	19,78	26,37	39,56	65,93
94	32,97	39,56	13,19	39,56	52,75	32,97
95	39,56	46,15	32,97	32,97	52,75	79,12
96	32,97	39,56	26,37	39,56	46,15	46,15
97	19,78	26,37	19,78	39,56	52,75	46,15
98	32,97	26,37	19,78	46,15	79,12	52,75
99	46,15	46,15	26,37	32,97	52,75	46,15
100	26,37	32,97	26,37	39,56	46,15	52,75

Položka	Emulze č. 13 [μm]	Emulze č. 14 [μm]	Emulze č. 15 [μm]	Emulze č. 16 [μm]	Emulze č. 17 [μm]	Emulze č. 18 [μm]
101	26,37	32,97	19,78	26,37	46,15	46,15
102	26,37	32,97	19,78	32,97	46,15	52,75
103	39,56	26,37	19,78	32,97	26,37	26,37
104	26,37	32,97	19,78	39,56	32,97	46,15
105	32,97	39,56	26,37	32,97	125,27	65,93
106	26,37	39,56	32,97	46,15	32,97	59,34
107	26,37	39,56	13,19	19,78	32,97	32,97
108	19,78	52,75	52,75	39,56	32,97	65,93
109	32,97	52,75	39,56	52,75	19,78	52,75
110	26,37	39,56	39,56	26,37	32,97	65,93
111	39,56	39,56	32,97	19,78	59,34	39,56
112	46,15	39,56	32,97	32,97	46,15	32,97
113	26,37	79,12	59,34	32,97	65,93	39,56
114	46,15	39,56	92,31	46,15	39,56	26,37
115	46,15	65,93	46,15	32,97	32,97	32,97
116	39,56	52,75	46,15	32,97	52,75	32,97
117	98,9	32,97	52,75	59,34	46,15	32,97
118	26,37	39,56	72,53	39,56	46,15	19,78
119	32,97	26,37	52,75	26,37	59,34	26,37
120	26,37	26,37	39,56	52,75	46,15	26,37
121	39,56	26,37	105,49	39,56	59,34	26,37
122	19,78	39,56	52,75	32,97	52,75	39,56
123	52,75	39,56	39,56	59,34	72,53	59,34
124	32,97	46,15	39,56	46,15	65,93	32,97
125	52,75	32,97	52,75	32,97	46,15	46,15
126	26,37	52,75	13,19	52,75	46,15	85,71
127	32,97	46,15	72,53	46,15	39,56	39,56
128	46,15	52,75	32,97	72,53	105,49	52,75
129	46,15	65,93	32,97	39,56	52,75	39,56
130	26,37	52,75	32,97	39,56	72,53	39,56
131	32,97	32,97	52,75	46,15	79,12	39,56
132	46,15	39,56	26,37	46,15	72,53	39,56
133	72,53	39,56	52,75	39,56	79,12	59,34
134	72,53	19,78	59,34	46,15	65,93	79,12
135	52,75	46,15	19,78	46,15	72,53	59,34
136	46,15	39,56	19,78	32,97	72,53	65,93
137	72,53	39,56	32,97	46,15	85,71	46,15
138	52,75	39,56	32,97	26,37	92,31	72,53
139	32,97	52,75	32,97	32,97	79,12	59,34
140	19,78	52,75	32,97	39,56	85,71	65,93
141	26,37	32,97	32,97	32,97	59,34	59,34
142	39,56	32,97	13,19	46,15	105,49	52,75
143	39,56	39,56	39,56	52,75	52,75	46,15
144	52,75	39,56	26,37	32,97	72,53	39,56
145	46,15	39,56	105,49	39,56	65,93	72,53
146	19,78	39,56	46,15	32,97	72,53	72,53
147	125,27	32,97	19,78	19,78	79,12	46,15
148	19,78	39,56	26,37	59,34	72,53	72,53
149	32,97	39,56	26,37	39,56	72,53	46,15
150	26,37	46,15	59,34	26,37	59,34	52,75
151	32,97	39,56	52,75	39,56	46,15	65,93

Položka	Emulze č. 13 [μm]	Emulze č. 14 [μm]	Emulze č. 15 [μm]	Emulze č. 16 [μm]	Emulze č. 17 [μm]	Emulze č. 18 [μm]
152	39,56	32,97	39,56	39,56	52,75	85,71
153	39,56	26,37	26,37	52,75	59,34	32,97
154	26,37	39,56	13,19	46,15	59,34	39,56
155	39,56	26,37	19,78	26,37	65,93	46,15
156	59,34	59,34	13,19	32,97	72,53	39,56
157	13,19	26,37	19,78	39,56	72,53	46,15
158	19,78	32,97	26,37	32,97	52,75	79,12
159	39,56	39,56	52,75	32,97	52,75	65,93
160	39,56	65,93	32,97	46,15	52,75	79,12
161	26,37	46,15	39,56	46,15	52,75	52,75
162	32,97	46,15	32,97	32,97	52,75	32,97
163	46,15	39,56	65,93	32,97	46,15	59,34
164	32,97	26,37	32,97	32,97	65,93	32,97
165	26,37	32,97	13,19	52,75	46,15	19,78
166	32,97	26,37	19,78	32,97	46,15	32,97
167	26,37	32,97	19,78	26,37	72,53	32,97
168	52,75	26,37	32,97	46,15	65,93	59,34
169	32,97	39,56	26,37	46,15	72,53	46,15
170	26,37	32,97	26,37	52,75	52,75	59,34
171	46,15	39,56	26,37	32,97	79,12	59,34
172	92,31	39,56	32,97	26,37	79,12	59,34
173	26,37	26,37	32,97	39,56	59,34	72,53
174	32,97	32,97	19,78	59,34	98,9	52,75
175	26,37	19,78	46,15	46,15	65,93	85,71
176	46,15	52,75	26,37	65,93	26,37	52,75
177	39,56	59,34	59,34	39,56	26,37	59,34
178	26,37	26,37	32,97	39,56	32,97	131,87
179	32,97	13,19	59,34	52,75	26,37	92,31
180	19,78	39,56	32,97	32,97	98,9	65,93
181	32,97	19,78	32,97	39,56	46,15	65,93
182	19,78	32,97	59,34	26,37	26,37	79,12
183	72,53	39,56	19,78	39,56	26,37	39,56
184	46,15	39,56	13,19	32,97	39,56	46,15
185	32,97	26,37	19,78	32,97	13,19	26,37
186	32,97	19,78	26,37	26,37	13,19	59,34
187	39,56	39,56	26,37	46,15	65,93	59,34
188	32,97	65,93	19,78	32,97	13,19	59,34
189	26,37	65,93	19,78	26,37	79,12	65,93
190	26,37	52,75	32,97	39,56	118,68	92,31
191	46,15	32,97	19,78	19,78	118,68	59,34
192	39,56	32,97	79,12	46,15	158,24	39,56
193	19,78	46,15	39,56	19,78	32,97	72,53
194	32,97	52,75	32,97	26,37	32,97	46,15
195	19,78	46,15	19,78	46,15	32,97	98,9
196	46,15	39,56	19,78	39,56	39,56	59,34
197	32,97	39,56	26,37	46,15	26,37	32,97
198	46,15	46,15	79,12	19,78	26,37	26,37
199	39,56	46,15	46,15	26,37	26,37	39,56
200	26,37	46,15	19,78	26,37	19,78	19,78

Data – Průměr mikrokapsulí – 4% karboxymethylceluloza

Položka	Emulze č. 19 [μm]	Emulze č. 20 [μm]	Emulze č. 21 [μm]	Emulze č. 22 [μm]	Emulze č. 23 [μm]	Emulze č. 24 [μm]
1	112,09	105,49	138,46	138,46	52,75	105,49
2	171,43	79,12	118,68	46,15	65,93	32,97
3	197,8	72,53	72,53	118,68	65,93	72,53
4	197,8	32,97	52,75	125,27	72,53	46,15
5	52,75	39,56	52,75	309,89	72,53	59,34
6	79,12	46,15	243,96	197,8	72,53	46,15
7	105,49	46,15	92,31	85,71	79,12	59,34
8	85,71	46,15	145,05	32,97	85,71	52,75
9	85,71	336,26	145,05	19,78	98,9	52,75
10	85,71	59,34	151,65	19,78	79,12	52,75
11	52,75	204,4	79,12	39,56	79,12	32,97
12	72,53	65,93	92,31	26,37	65,93	39,56
13	79,12	52,75	98,9	553,85	65,93	39,56
14	52,75	39,56	171,43	46,15	79,12	52,75
15	118,68	164,84	65,93	316,48	85,71	32,97
16	79,12	72,53	32,97	26,37	59,34	52,75
17	65,93	59,34	26,37	39,56	46,15	46,15
18	112,09	98,9	65,93	19,78	72,53	52,75
19	98,9	98,9	39,56	26,37	59,34	32,97
20	65,93	72,53	52,75	26,37	65,93	46,15
21	105,49	72,53	39,56	92,31	79,12	46,15
22	65,93	138,46	39,56	131,87	46,15	39,56
23	32,97	98,9	59,34	79,12	65,93	52,75
24	158,24	112,09	32,97	138,46	85,71	26,37
25	105,49	105,49	32,97	112,09	52,75	46,15
26	118,68	131,87	52,75	59,34	39,56	39,56
27	105,49	98,9	46,15	85,71	72,53	32,97
28	98,9	98,9	72,53	52,75	52,75	39,56
29	92,31	118,68	85,71	59,34	79,12	32,97
30	72,53	112,09	79,12	39,56	85,71	32,97
31	65,93	125,27	98,9	26,37	59,34	46,15
32	92,31	151,65	59,34	98,9	46,15	39,56
33	112,09	85,71	32,97	39,56	39,56	46,15
34	171,43	145,05	46,15	105,49	39,56	52,75
35	65,93	112,09	72,53	52,75	26,37	59,34
36	59,34	131,87	85,71	118,68	32,97	39,56
37	92,31	118,68	79,12	32,97	19,78	59,34
38	85,71	65,93	145,05	72,53	19,78	52,75
39	92,31	92,31	72,53	98,9	19,78	46,15
40	125,27	112,09	59,34	65,93	19,78	39,56
41	79,12	46,15	79,12	26,37	125,27	178,02
42	32,97	184,62	98,9	408,79	32,97	138,46
43	52,75	158,24	98,9	32,97	32,97	276,92
44	85,71	32,97	72,53	296,7	59,34	191,21
45	85,71	105,49	46,15	85,71	72,53	210,99
46	98,9	52,75	125,27	46,15	46,15	210,99
47	85,71	52,75	65,93	39,56	65,93	303,3
48	105,49	59,34	46,15	59,34	32,97	92,31
49	112,09	59,34	26,37	59,34	39,56	105,49

Položka	Emulze č. 19 [μm]	Emulze č. 20 [μm]	Emulze č. 21 [μm]	Emulze č. 22 [μm]	Emulze č. 23 [μm]	Emulze č. 24 [μm]
50	105,49	65,93	191,21	59,34	39,56	112,09
51	118,68	92,31	197,8	59,34	59,34	98,9
52	138,46	112,09	118,68	79,12	59,34	59,34
53	59,34	65,93	323,08	263,74	46,15	178,02
54	65,93	105,49	72,53	46,15	46,15	72,53
55	112,09	138,46	79,12	59,34	32,97	72,53
56	79,12	65,93	98,9	39,56	59,34	105,49
57	85,71	59,34	59,34	59,34	52,75	145,05
58	98,9	39,56	125,27	178,02	112,09	52,75
59	118,68	158,24	131,87	118,68	52,75	79,12
60	85,71	85,71	145,05	59,34	52,75	46,15
61	72,53	184,62	112,09	59,34	39,56	39,56
62	105,49	105,49	52,75	138,46	46,15	26,37
63	72,53	138,46	59,34	59,34	59,34	323,08
64	85,71	118,68	59,34	85,71	39,56	65,93
65	72,53	92,31	72,53	46,15	32,97	92,31
66	79,12	39,56	39,56	164,84	85,71	65,93
67	85,71	118,68	19,78	39,56	59,34	59,34
68	85,71	39,56	26,37	59,34	59,34	39,56
69	59,34	65,93	52,75	65,93	52,75	72,53
70	39,56	72,53	26,37	59,34	98,9	46,15
71	46,15	98,9	39,56	39,56	26,37	59,34
72	32,97	184,62	19,78	59,34	26,37	237,36
73	32,97	39,56	59,34	98,9	26,37	52,75
74	59,34	46,15	32,97	59,34	46,15	65,93
75	46,15	72,53	59,34	46,15	39,56	52,75
76	85,71	52,75	26,37	52,75	32,97	59,34
77	92,31	85,71	52,75	382,42	32,97	65,93
78	65,93	125,27	19,78	118,68	19,78	59,34
79	112,09	92,31	19,78	112,09	19,78	39,56
80	52,75	52,75	46,15	92,31	32,97	46,15
81	59,34	52,75	19,78	65,93	32,97	39,56
82	85,71	92,31	46,15	32,97	98,9	26,37
83	52,75	65,93	39,56	32,97	72,53	39,56
84	52,75	72,53	52,75	46,15	39,56	39,56
85	105,49	171,43	46,15	72,53	46,15	52,75
86	145,05	59,34	39,56	39,56	26,37	59,34
87	125,27	52,75	19,78	26,37	19,78	39,56
88	98,9	65,93	52,75	59,34	32,97	32,97
89	59,34	92,31	105,49	52,75	32,97	39,56
90	85,71	382,42	26,37	92,31	72,53	65,93
91	85,71	26,37	26,37	303,3	112,09	52,75
92	131,87	26,37	19,78	32,97	72,53	26,37
93	79,12	19,78	39,56	26,37	105,49	39,56
94	79,12	26,37	32,97	26,37	125,27	46,15
95	79,12	39,56	26,37	19,78	171,43	59,34
96	85,71	32,97	32,97	46,15	178,02	39,56
97	59,34	26,37	26,37	85,71	65,93	26,37
98	131,87	39,56	39,56	151,65	105,49	39,56
99	59,34	85,71	39,56	19,78	26,37	39,56
100	72,53	118,68	26,37	52,75	26,37	59,34

Položka	Emulze č. 19 [μm]	Emulze č. 20 [μm]	Emulze č. 21 [μm]	Emulze č. 22 [μm]	Emulze č. 23 [μm]	Emulze č. 24 [μm]
101	85,71	79,12	59,34	52,75	32,97	32,97
102	178,02	98,9	79,12	46,15	32,97	59,34
103	85,71	92,31	32,97	72,53	52,75	52,75
104	65,93	98,9	26,37	39,56	39,56	46,15
105	85,71	52,75	138,46	151,65	32,97	59,34
106	52,75	92,31	145,05	32,97	39,56	52,75
107	98,9	118,68	59,34	59,34	52,75	72,53
108	59,34	79,12	72,53	39,56	52,75	46,15
109	65,93	178,02	98,9	65,93	26,37	26,37
110	92,31	98,9	112,09	59,34	72,53	92,31
111	125,27	46,15	46,15	52,75	52,75	32,97
112	92,31	59,34	39,56	59,34	72,53	125,27
113	92,31	112,09	98,9	59,34	72,53	224,18
114	85,71	197,8	164,84	39,56	59,34	184,62
115	59,34	98,9	65,93	85,71	98,9	98,9
116	98,9	59,34	39,56	39,56	65,93	59,34
117	72,53	59,34	32,97	59,34	59,34	46,15
118	26,37	32,97	52,75	79,12	72,53	46,15
119	19,78	52,75	46,15	79,12	118,68	72,53
120	32,97	46,15	39,56	92,31	46,15	52,75
121	39,56	39,56	39,56	59,34	79,12	72,53
122	26,37	46,15	92,31	276,92	79,12	52,75
123	26,37	112,09	243,96	59,34	52,75	39,56
124	19,78	138,46	52,75	65,93	65,93	46,15
125	19,78	46,15	39,56	46,15	98,9	59,34
126	13,19	39,56	39,56	32,97	72,53	79,12
127	39,56	46,15	26,37	32,97	79,12	59,34
128	19,78	92,31	32,97	65,93	125,27	158,24
129	32,97	197,8	46,15	79,12	52,75	72,53
130	32,97	72,53	32,97	59,34	52,75	65,93
131	26,37	112,09	26,37	98,9	39,56	32,97
132	26,37	52,75	46,15	98,9	39,56	79,12
133	32,97	59,34	52,75	59,34	72,53	65,93
134	26,37	112,09	112,09	19,78	72,53	52,75
135	39,56	158,24	230,77	26,37	72,53	72,53
136	32,97	138,46	85,71	105,49	85,71	32,97
137	26,37	191,21	85,71	39,56	59,34	39,56
138	26,37	125,27	52,75	118,68	72,53	52,75
139	32,97	52,75	98,9	59,34	65,93	65,93
140	39,56	52,75	112,09	39,56	79,12	72,53
141	32,97	52,75	98,9	178,02	59,34	59,34
142	32,97	46,15	52,75	112,09	79,12	59,34
143	39,56	46,15	59,34	79,12	79,12	79,12
144	19,78	26,37	79,12	39,56	85,71	79,12
145	46,15	112,09	59,34	52,75	85,71	39,56
146	26,37	32,97	131,87	39,56	105,49	52,75
147	32,97	26,37	79,12	191,21	72,53	32,97
148	19,78	19,78	72,53	39,56	85,71	13,19
149	290,11	19,78	52,75	19,78	72,53	39,56
150	112,09	19,78	72,53	52,75	72,53	46,15
151	118,68	92,31	52,75	39,56	85,71	19,78

Položka	Emulze č. 19 [μm]	Emulze č. 20 [μm]	Emulze č. 21 [μm]	Emulze č. 22 [μm]	Emulze č. 23 [μm]	Emulze č. 24 [μm]
152	105,49	26,37	32,97	39,56	46,15	19,78
153	191,21	26,37	39,56	65,93	59,34	98,9
154	158,24	39,56	59,34	85,71	32,97	52,75
155	158,24	85,71	138,46	191,21	59,34	39,56
156	237,36	158,24	65,93	19,78	79,12	32,97
157	191,21	125,27	65,93	59,34	59,34	65,93
158	46,15	230,77	79,12	39,56	79,12	98,9
159	39,56	79,12	59,34	112,09	85,71	65,93
160	39,56	125,27	46,15	26,37	85,71	65,93
161	59,34	85,71	98,9	59,34	72,53	92,31
162	52,75	65,93	59,34	59,34	98,9	138,46
163	26,37	72,53	52,75	32,97	65,93	65,93
164	32,97	65,93	32,97	39,56	92,31	72,53
165	59,34	59,34	85,71	59,34	79,12	131,87
166	46,15	72,53	52,75	65,93	92,31	92,31
167	59,34	79,12	98,9	52,75	105,49	32,97
168	52,75	59,34	105,49	85,71	105,49	52,75
169	39,56	145,05	79,12	46,15	65,93	79,12
170	46,15	32,97	92,31	26,37	72,53	65,93
171	59,34	72,53	92,31	32,97	72,53	72,53
172	52,75	131,87	72,53	26,37	65,93	65,93
173	65,93	65,93	98,9	26,37	52,75	39,56
174	46,15	52,75	39,56	65,93	85,71	52,75
175	46,15	171,43	112,09	59,34	112,09	52,75
176	46,15	303,3	32,97	164,84	131,87	65,93
177	26,37	32,97	32,97	32,97	46,15	46,15
178	79,12	39,56	39,56	59,34	72,53	59,34
179	46,15	151,65	52,75	59,34	59,34	26,37
180	59,34	65,93	79,12	46,15	72,53	46,15
181	85,71	72,53	59,34	59,34	39,56	85,71
182	59,34	46,15	72,53	32,97	79,12	52,75
183	32,97	296,7	59,34	118,68	59,34	39,56
184	46,15	92,31	52,75	79,12	26,37	59,34
185	59,34	151,65	46,15	105,49	19,78	59,34
186	65,93	26,37	65,93	85,71	26,37	52,75
187	79,12	26,37	72,53	46,15	26,37	72,53
188	19,78	39,56	59,34	105,49	26,37	39,56
189	65,93	32,97	32,97	65,93	39,56	59,34
190	46,15	52,75	32,97	52,75	32,97	46,15
191	32,97	39,56	32,97	65,93	19,78	46,15
192	52,75	59,34	92,31	72,53	19,78	26,37
193	32,97	46,15	46,15	59,34	26,37	39,56
194	26,37	46,15	59,34	52,75	59,34	32,97
195	19,78	92,31	46,15	39,56	145,05	65,93
196	19,78	59,34	39,56	85,71	125,27	197,8
197	125,27	72,53	32,97	52,75	151,65	52,75
198	178,02	85,71	32,97	65,93	59,34	79,12
199	210,99	65,93	32,97	39,56	79,12	65,93
200	171,43	85,71	46,15	105,49	85,71	59,34

Data – Průměr mikrokapsulí – 5% karboxymethylceluloza

Položka	Emulze č.25[μm]	Emulze č.26[μm]	Emulze č.27[μm]	Emulze č.28[μm]	Emulze č.29[μm]	Emulze č.30[μm]
1	204,4	243,96	92,31	79,12	39,56	296,7
2	290,11	151,65	145,05	65,93	191,21	356,04
3	402,2	237,36	204,4	72,53	151,65	151,65
4	52,75	257,14	408,79	65,93	105,49	210,99
5	52,75	276,92	65,93	98,9	158,24	224,18
6	105,49	237,36	85,71	85,71	59,34	210,99
7	92,31	92,31	145,05	98,9	98,9	178,02
8	98,9	92,31	125,27	98,9	98,9	92,31
9	118,68	158,24	112,09	65,93	59,34	52,75
10	19,78	191,21	65,93	72,53	59,34	138,46
11	19,78	197,8	92,31	72,53	52,75	178,02
12	19,78	125,27	65,93	92,31	112,09	184,62
13	65,93	98,9	39,56	85,71	65,93	112,09
14	217,58	125,27	39,56	92,31	59,34	98,9
15	32,97	138,46	72,53	59,34	85,71	125,27
16	32,97	65,93	125,27	105,49	79,12	171,43
17	59,34	72,53	46,15	39,56	46,15	98,9
18	85,71	112,09	52,75	46,15	72,53	164,84
19	164,84	98,9	46,15	79,12	46,15	92,31
20	283,52	158,24	32,97	72,53	92,31	158,24
21	98,9	98,9	39,56	79,12	52,75	118,68
22	65,93	230,77	85,71	178,02	65,93	85,71
23	39,56	290,11	72,53	79,12	52,75	79,12
24	72,53	65,93	191,21	98,9	39,56	92,31
25	46,15	46,15	191,21	72,53	65,93	46,15
26	52,75	52,75	342,86	85,71	65,93	79,12
27	46,15	26,37	243,96	59,34	52,75	98,9
28	52,75	32,97	276,92	65,93	131,87	85,71
29	59,34	46,15	230,77	92,31	131,87	158,24
30	39,56	19,78	210,99	112,09	65,93	197,8
31	19,78	19,78	131,87	79,12	98,9	118,68
32	46,15	39,56	171,43	72,53	65,93	65,93
33	85,71	39,56	79,12	92,31	65,93	52,75
34	65,93	296,7	79,12	59,34	131,87	131,87
35	52,75	118,68	52,75	72,53	112,09	85,71
36	138,46	79,12	72,53	59,34	72,53	46,15
37	79,12	118,68	105,49	46,15	72,53	184,62
38	92,31	59,34	72,53	39,56	98,9	59,34
39	197,8	26,37	98,9	105,49	105,49	98,9
40	112,09	32,97	79,12	79,12	171,43	131,87
41	112,09	26,37	79,12	85,71	85,71	65,93
42	52,75	26,37	131,87	85,71	112,09	65,93
43	85,71	26,37	98,9	98,9	131,87	79,12
44	158,24	26,37	85,71	79,12	92,31	118,68
45	131,87	92,31	72,53	79,12	79,12	125,27
46	151,65	85,71	65,93	131,87	65,93	65,93
47	79,12	85,71	79,12	85,71	72,53	118,68
48	210,99	145,05	92,31	98,9	65,93	85,71

Položka	Emulze č.25[μm]	Emulze č.26[μm]	Emulze č.27[μm]	Emulze č.28[μm]	Emulze č.29[μm]	Emulze č.30[μm]
49	125,27	171,43	85,71	85,71	59,34	79,12
50	85,71	125,27	59,34	79,12	72,53	98,9
51	46,15	118,68	112,09	72,53	65,93	72,53
52	138,46	105,49	118,68	79,12	178,02	65,93
53	171,43	118,68	85,71	65,93	290,11	65,93
54	118,68	112,09	65,93	85,71	230,77	59,34
55	184,62	210,99	92,31	112,09	118,68	52,75
56	112,09	237,36	105,49	85,71	52,75	46,15
57	197,8	316,48	65,93	59,34	59,34	26,37
58	270,33	158,24	98,9	52,75	72,53	26,37
59	131,87	105,49	52,75	39,56	65,93	19,78
60	85,71	171,43	85,71	65,93	72,53	197,8
61	118,68	46,15	112,09	92,31	65,93	52,75
62	52,75	65,93	112,09	79,12	59,34	52,75
63	145,05	112,09	92,31	59,34	39,56	46,15
64	46,15	138,46	125,27	72,53	52,75	39,56
65	65,93	210,99	164,84	79,12	52,75	65,93
66	105,49	59,34	171,43	52,75	32,97	19,78
67	65,93	52,75	178,02	52,75	39,56	19,78
68	65,93	59,34	243,96	65,93	19,78	98,9
69	125,27	171,43	257,14	79,12	72,53	59,34
70	32,97	237,36	131,87	79,12	92,31	32,97
71	65,93	138,46	178,02	65,93	72,53	39,56
72	46,15	105,49	125,27	92,31	65,93	26,37
73	191,21	131,87	98,9	26,37	79,12	59,34
74	283,52	105,49	72,53	79,12	112,09	26,37
75	191,21	39,56	92,31	138,46	138,46	19,78
76	98,9	46,15	92,31	52,75	507,69	46,15
77	85,71	26,37	72,53	52,75	79,12	52,75
78	204,4	26,37	46,15	59,34	72,53	19,78
79	257,14	72,53	59,34	72,53	59,34	26,37
80	59,34	92,31	39,56	46,15	72,53	32,97
81	158,24	79,12	52,75	85,71	65,93	19,78
82	112,09	65,93	98,9	65,93	52,75	85,71
83	184,62	46,15	92,31	65,93	191,21	85,71
84	138,46	178,02	59,34	59,34	52,75	79,12
85	118,68	52,75	72,53	46,15	151,65	125,27
86	105,49	65,93	65,93	46,15	79,12	118,68
87	415,38	164,84	72,53	52,75	85,71	98,9
88	118,68	131,87	72,53	65,93	79,12	98,9
89	178,02	178,02	72,53	46,15	52,75	138,46
90	276,92	72,53	65,93	59,34	65,93	92,31
91	204,4	250,55	72,53	65,93	59,34	92,31
92	171,43	59,34	125,27	204,4	105,49	98,9
93	158,24	237,36	118,68	59,34	230,77	138,46
94	26,37	72,53	105,49	46,15	72,53	98,9
95	32,97	151,65	85,71	65,93	65,93	125,27
96	39,56	72,53	72,53	52,75	59,34	98,9
97	138,46	39,56	85,71	65,93	59,34	197,8
98	105,49	32,97	118,68	79,12	39,56	105,49
99	46,15	32,97	46,15	158,24	85,71	98,9

Položka	Emulze č.25[μm]	Emulze č.26[μm]	Emulze č.27[μm]	Emulze č.28[μm]	Emulze č.29[μm]	Emulze č.30[μm]
100	26,37	19,78	145,05	65,93	65,93	118,68
101	39,56	32,97	197,8	65,93	92,31	158,24
102	26,37	98,9	131,87	85,71	125,27	85,71
103	26,37	270,33	125,27	98,9	72,53	72,53
104	118,68	125,27	145,05	112,09	26,37	72,53
105	52,75	290,11	85,71	85,71	32,97	145,05
106	118,68	65,93	105,49	112,09	32,97	112,09
107	32,97	65,93	125,27	85,71	46,15	98,9
108	72,53	32,97	125,27	85,71	52,75	125,27
109	138,46	79,12	164,84	85,71	72,53	105,49
110	112,09	52,75	112,09	85,71	65,93	125,27
111	72,53	32,97	125,27	118,68	65,93	98,9
112	98,9	46,15	118,68	79,12	79,12	98,9
113	26,37	39,56	46,15	92,31	32,97	158,24
114	52,75	32,97	98,9	105,49	79,12	72,53
115	243,96	19,78	52,75	79,12	19,78	131,87
116	224,18	145,05	26,37	98,9	46,15	79,12
117	131,87	26,37	46,15	112,09	72,53	19,78
118	145,05	39,56	46,15	98,9	32,97	26,37
119	19,78	26,37	46,15	125,27	32,97	26,37
120	26,37	26,37	59,34	59,34	52,75	26,37
121	19,78	19,78	26,37	32,97	72,53	32,97
122	46,15	26,37	46,15	32,97	79,12	52,75
123	39,56	32,97	26,37	32,97	46,15	52,75
124	52,75	26,37	32,97	32,97	39,56	131,87
125	32,97	26,37	13,19	59,34	59,34	46,15
126	46,15	26,37	112,09	32,97	105,49	39,56
127	92,31	26,37	52,75	19,78	39,56	112,09
128	39,56	26,37	46,15	39,56	46,15	19,78
129	32,97	39,56	39,56	32,97	39,56	32,97
130	92,31	26,37	32,97	52,75	39,56	32,97
131	65,93	26,37	32,97	32,97	52,75	26,37
132	39,56	32,97	52,75	26,37	92,31	32,97
133	46,15	26,37	32,97	39,56	112,09	32,97
134	46,15	46,15	46,15	26,37	98,9	26,37
135	59,34	26,37	19,78	26,37	98,9	32,97
136	19,78	46,15	32,97	26,37	79,12	26,37
137	32,97	32,97	72,53	32,97	72,53	19,78
138	32,97	72,53	32,97	32,97	92,31	39,56
139	46,15	59,34	26,37	32,97	72,53	26,37
140	92,31	39,56	19,78	26,37	98,9	26,37
141	72,53	39,56	26,37	79,12	105,49	39,56
142	59,34	39,56	26,37	32,97	98,9	46,15
143	138,46	46,15	26,37	32,97	46,15	52,75
144	112,09	26,37	13,19	65,93	112,09	19,78
145	92,31	131,87	13,19	26,37	72,53	26,37
146	32,97	250,55	92,31	39,56	98,9	32,97
147	59,34	210,99	158,24	26,37	85,71	164,84
148	13,19	52,75	72,53	26,37	92,31	197,8
149	32,97	65,93	26,37	26,37	118,68	237,36
150	32,97	39,56	92,31	13,19	92,31	164,84

Položka	Emulze č.25[μm]	Emulze č.26[μm]	Emulze č.27[μm]	Emulze č.28[μm]	Emulze č.29[μm]	Emulze č.30[μm]
151	32,97	52,75	92,31	26,37	98,9	184,62
152	98,9	46,15	98,9	46,15	92,31	178,02
153	171,43	46,15	85,71	46,15	85,71	210,99
154	158,24	39,56	92,31	32,97	52,75	39,56
155	118,68	105,49	85,71	26,37	46,15	39,56
156	85,71	46,15	85,71	19,78	224,18	46,15
157	138,46	46,15	85,71	13,19	52,75	72,53
158	59,34	39,56	72,53	39,56	105,49	85,71
159	98,9	26,37	92,31	46,15	151,65	59,34
160	118,68	13,19	65,93	52,75	112,09	98,9
161	26,37	46,15	79,12	59,34	178,02	59,34
162	65,93	46,15	105,49	79,12	105,49	52,75
163	85,71	32,97	85,71	59,34	52,75	118,68
164	131,87	59,34	105,49	72,53	59,34	85,71
165	46,15	52,75	79,12	59,34	26,37	46,15
166	138,46	46,15	98,9	65,93	32,97	26,37
167	151,65	39,56	59,34	65,93	52,75	26,37
168	138,46	92,31	112,09	59,34	39,56	32,97
169	59,34	39,56	85,71	85,71	39,56	32,97
170	112,09	26,37	85,71	65,93	79,12	52,75
171	46,15	39,56	65,93	59,34	32,97	26,37
172	32,97	59,34	79,12	39,56	32,97	52,75
173	46,15	39,56	72,53	72,53	98,9	46,15
174	59,34	59,34	46,15	98,9	26,37	52,75
175	46,15	26,37	65,93	85,71	46,15	46,15
176	52,75	32,97	92,31	65,93	98,9	46,15
177	39,56	32,97	92,31	92,31	72,53	46,15
178	39,56	32,97	46,15	85,71	151,65	59,34
179	32,97	19,78	39,56	65,93	59,34	79,12
180	26,37	13,19	39,56	85,71	39,56	46,15
181	79,12	19,78	39,56	105,49	52,75	26,37
182	98,9	26,37	118,68	79,12	19,78	19,78
183	85,71	19,78	79,12	112,09	52,75	32,97
184	39,56	26,37	59,34	131,87	46,15	39,56
185	32,97	19,78	98,9	79,12	26,37	85,71
186	39,56	46,15	85,71	65,93	39,56	85,71
187	52,75	158,24	65,93	65,93	46,15	79,12
188	32,97	184,62	85,71	65,93	52,75	125,27
189	32,97	210,99	59,34	65,93	39,56	105,49
190	32,97	118,68	118,68	79,12	105,49	98,9
191	52,75	263,74	39,56	125,27	118,68	105,49
192	98,9	92,31	98,9	59,34	32,97	52,75
193	26,37	39,56	65,93	92,31	210,99	118,68
194	39,56	52,75	79,12	112,09	191,21	105,49
195	52,75	52,75	26,37	59,34	164,84	105,49
196	72,53	32,97	32,97	79,12	243,96	65,93
197	26,37	59,34	26,37	59,34	125,27	118,68
198	19,78	118,68	39,56	105,49	26,37	151,65
199	26,37	210,99	19,78	79,12	26,37	105,49
200	39,56	52,75	32,97	65,93	112,09	32,97

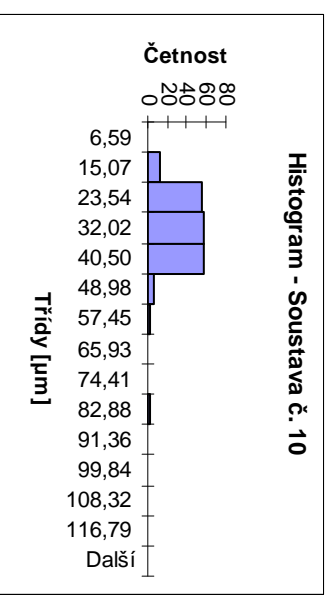
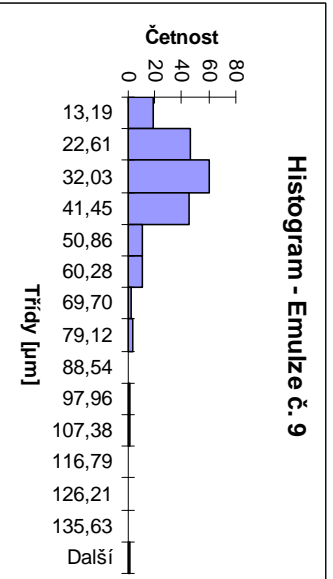
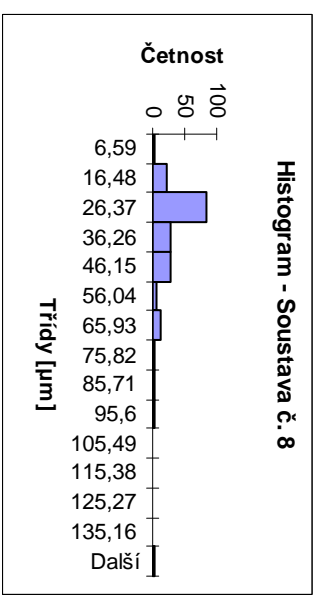
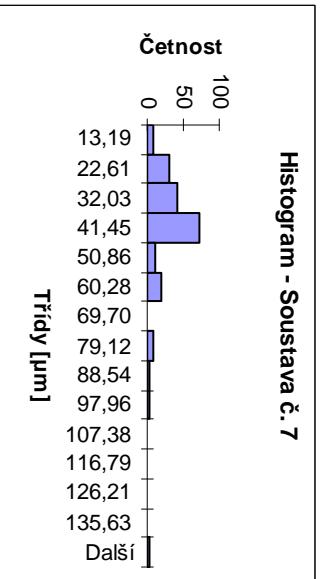
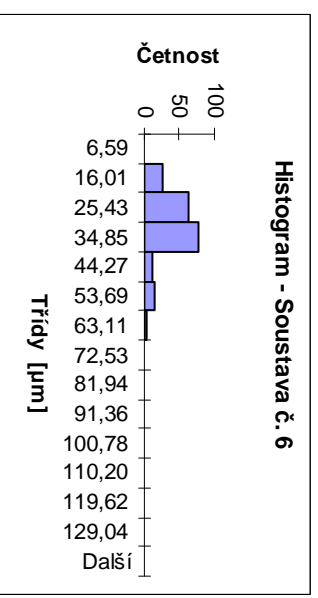
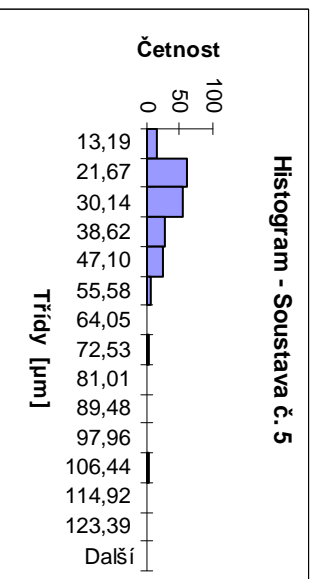
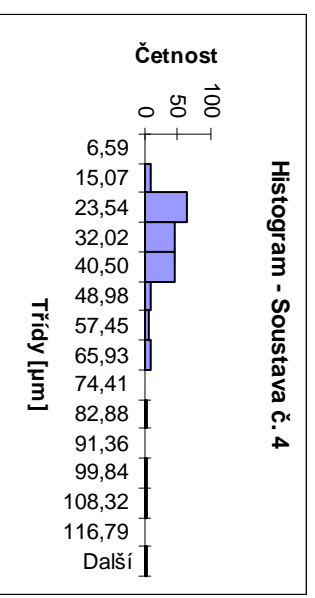
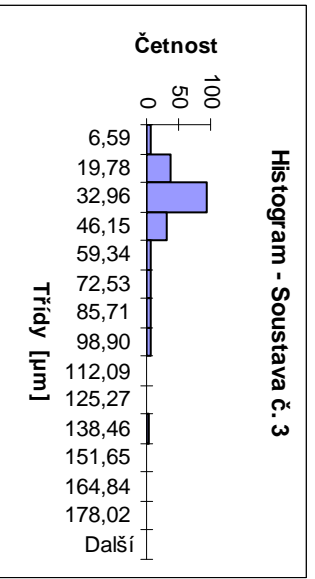
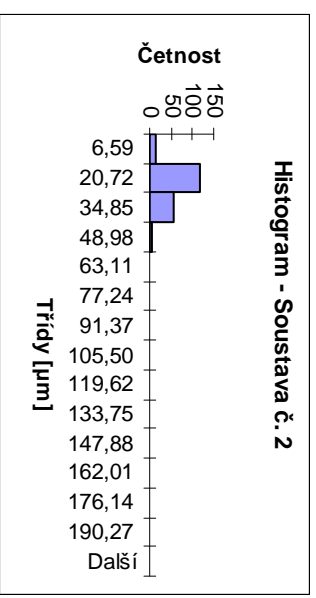
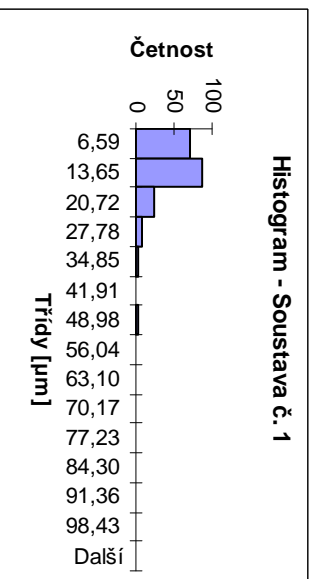
z karoxymethylcelulozy)

	Střední hodnota	Výběrová směrodatná odchylka		Střední hodnota	Výběrová směrodatná odchylka
Soustava č. 1	14,4395	6,647715	Soustava č. 7	36,89015	20,33129
Soustava č. 2	26,20865	28,92916	Soustava č. 8	34,5493	22,43707
Soustava č. 3	31,3516	26,69032	Soustava č. 9	31,08725	16,73971
Soustava č. 4	32,6038	19,71004	Soustava č. 10	28,87865	14,01466
Soustava č. 5	30,2961	17,27587	Soustava č. 11	42,23015	22,00241
Soustava č. 6	26,80155	13,89719	Soustava č. 12	49,0547	25,63114
	Střední hodnota	Výběrová směrodatná odchylka		Střední hodnota	Výběrová směrodatná odchylka
Soustava č. 13	40,1535	30,9202	Soustava č. 19	76,71325	44,93854
Soustava č. 14	38,0106	10,61659	Soustava č. 20	87,428	55,862163
Soustava č. 15	37,3846	20,180209	Soustava č. 21	65,56015	44,93197
Soustava č. 16	40,31805	15,76948	Soustava č. 22	78,32885	70,80285
Soustava č. 17	52,4829	21,41687	Soustava č. 23	63,39495	29,02832
Soustava č. 18	55,1533	19,28457	Soustava č. 24	85,9111	47,94708

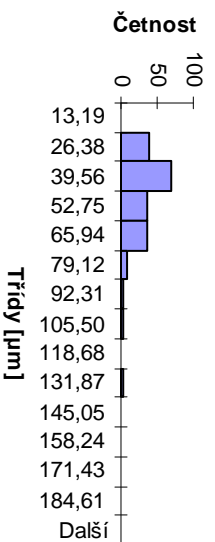
z karoxymethylcelulozy)

	Střední hodnota	Výběrová směrodatná odchylka
Soustava č. 25	92,20835	68,92933
Soustava č. 26	87,6255	71,94119
Soustava č. 27	88,9442	56,00167
Soustava č. 28	70,1857	29,022798
Soustava č. 29	82,9118	54,34442
Soustava č. 30	85,9111	56,16487

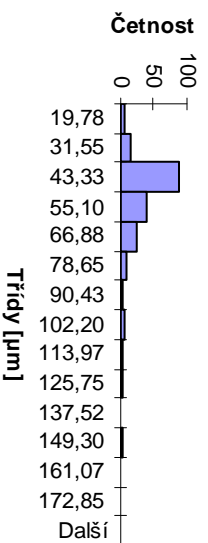
Velikosti mikrokapsulí - Karboxymethylcelulóza



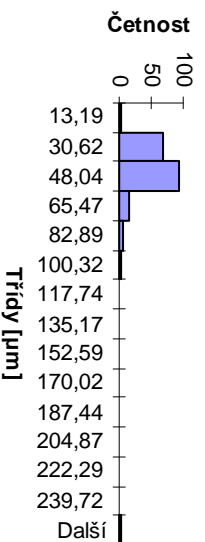
Histogram - Soustava č. 11



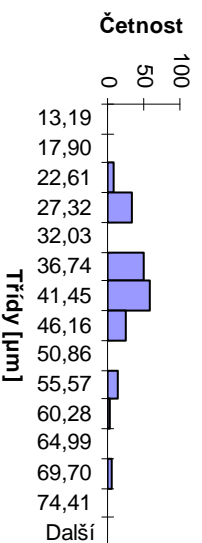
Histogram - Soustava č. 12



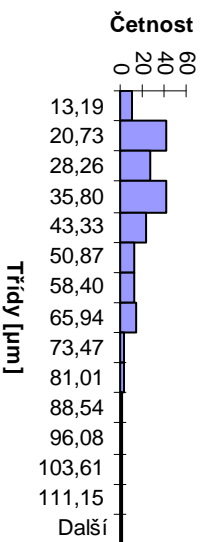
Histogram - Soustava č. 13



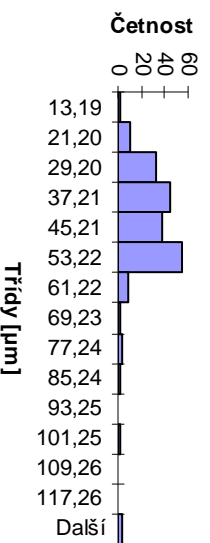
Histogram - Soustava č. 14



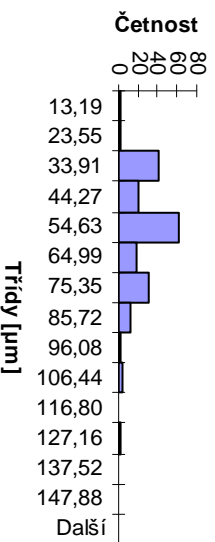
Histogram - Soustava č. 15



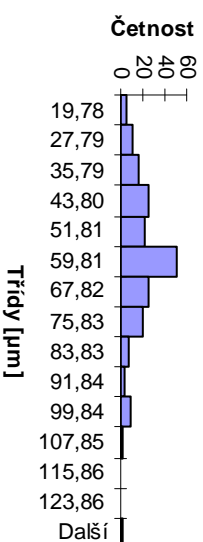
Histogram - Soustava č. 16



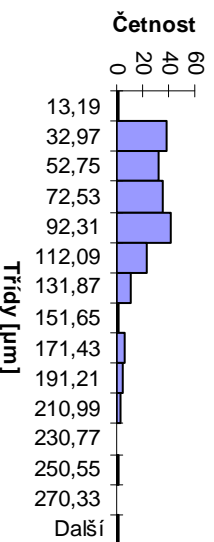
Histogram - Soustava č. 17



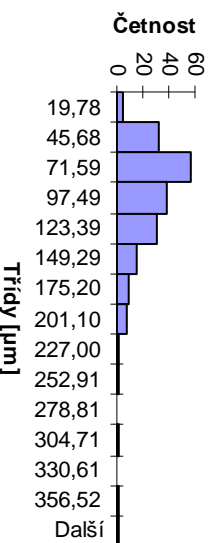
Histogram - Soustava č. 18

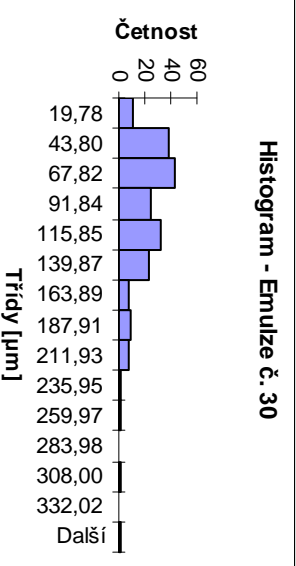
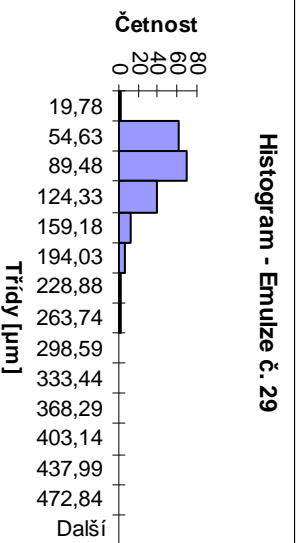
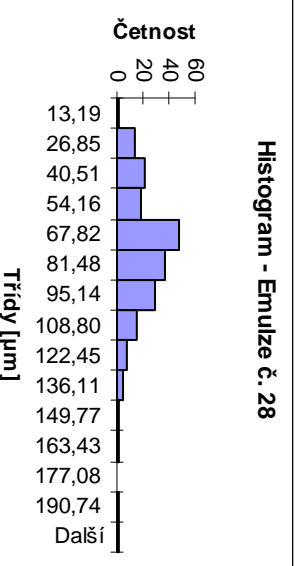
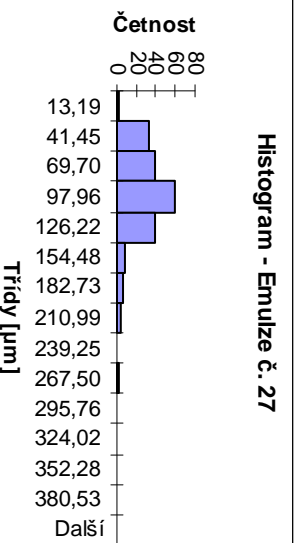
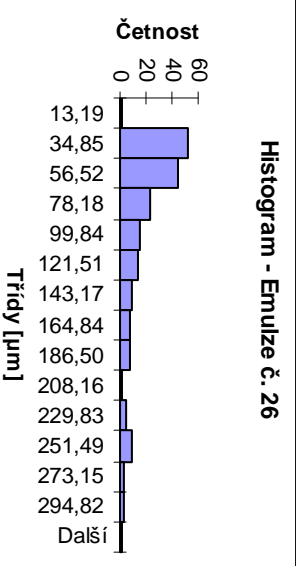
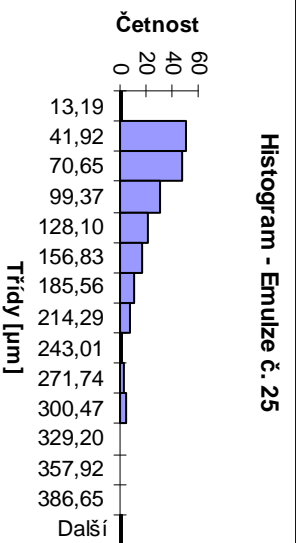
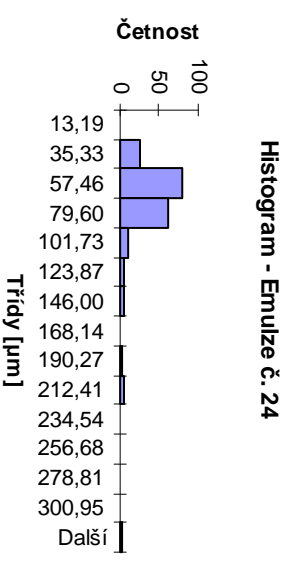
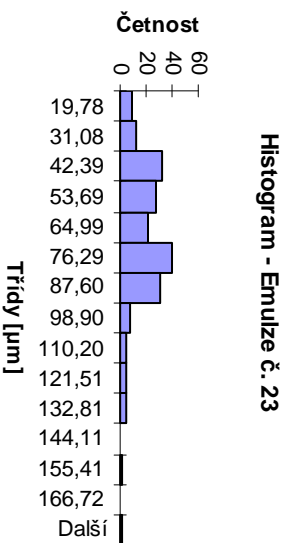
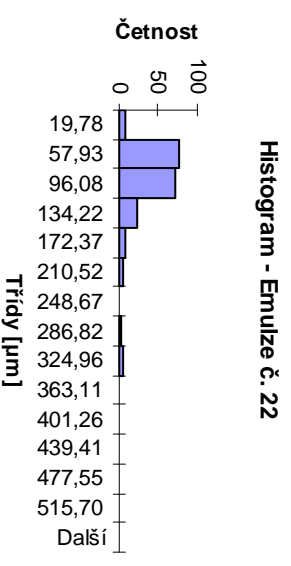
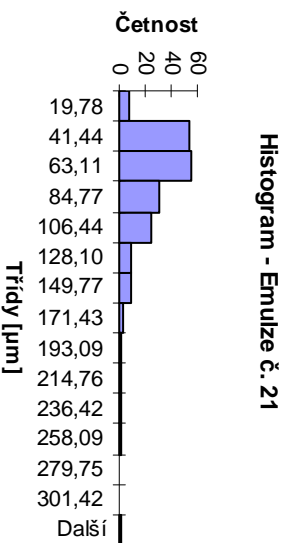


Histogram - Emulze č. 19



Histogram - Emulze č. 20





Alginát

položka	průměr [μm]
1	336,26
2	131,87
3	65,93
4	65,93
5	32,97
6	52,75
7	105,49
8	72,53
9	118,68
10	408,79
11	184,62
12	105,49
13	85,71
14	105,49
15	243,96
16	72,53
17	39,56
18	65,93
19	52,75
20	52,75
21	85,71
22	283,52
23	257,14
24	448,35
25	79,12
26	32,97
27	39,56
28	72,53
29	52,75
30	164,84
31	191,21
32	46,15
33	72,53
34	46,15
35	85,71
36	243,96
37	791,21
38	520,88
39	52,75
40	52,75
41	59,34
42	52,75
43	19,78
44	171,43
45	171,43
46	184,62
47	105,49
48	32,97
49	362,64
50	171,43
51	204,4
52	125,27
53	125,27
54	105,49
55	52,75
56	39,56
57	158,24
58	191,21
59	131,87
60	26,37
61	243,96
62	39,56
63	32,97
64	65,93
65	105,49
66	230,37
67	112,09
68	204,4
69	46,15
70	59,34
71	52,75
72	164,84

73	138,46
74	32,97
75	26,37
76	19,78
77	46,15
78	32,97
79	26,37
80	32,97
81	52,75
82	32,97
83	85,71
84	65,93
85	46,15
86	112,09
87	59,34
88	46,15
89	65,93
90	52,75
91	46,15
92	52,75
93	59,34
94	85,71
95	26,37
96	59,34
97	92,31
98	39,56
99	32,97
100	92,31
101	65,93
102	52,75
103	85,71
104	138,46
105	145,05
106	118,68
107	32,97
108	59,34
109	85,71
110	59,34
111	105,49
112	52,75
113	92,31
114	46,15
115	79,12
116	79,12
117	395,6
118	145,05
119	92,31
120	85,71
121	85,71
122	52,75
123	98,9
124	46,15
125	72,53
126	65,93
127	39,56
128	32,97
129	32,97
130	131,87
131	72,53
132	85,71
133	59,34
134	59,34
135	32,97
136	79,12
137	72,53
138	39,56
139	59,34
140	79,12
141	79,12
142	52,75
143	13,19
144	19,78
145	112,09
146	65,93
147	98,9
148	26,37

149	65,93
150	32,97
151	26,37
152	26,37
153	52,75
154	39,56
155	19,78
156	32,97
157	32,97
158	118,68
159	178,02
160	39,56
161	39,56
162	59,34
163	26,37
164	112,09
165	32,97
166	32,97
167	85,71
168	52,75
169	26,37
170	46,15
171	32,97
172	145,05
173	250,55
174	217,58
175	39,56
176	32,97
177	39,56
178	39,56
179	39,56
180	32,97
181	39,56
182	19,78
183	59,34
184	26,37
185	65,93
186	72,53
187	46,15
188	52,75
189	72,53
190	46,15
191	52,75
192	52,75
193	39,56
194	118,68
195	65,93
196	19,78
197	26,37
198	72,53
199	72,53
200	65,93
průměr	91,7779
odchylka	93,35757
modus	32,97
medián	62,635
IS	12,93845

PVA

položka	průměr [μm]
1	492,15
2	219,9
3	157,07
4	418,85
5	41,88
6	31,41
7	94,24
8	94,24
9	52,36
10	303,66
11	178,01
12	31,41
13	41,88
14	20,94
15	62,83
16	565,44
17	188,48
18	178,01
19	104,71
20	83,77
21	52,36
22	41,88
23	52,36
24	62,83
25	104,71
26	31,41
27	83,77
28	429,32
29	554,97
30	586,39
31	293,19
32	219,9
33	94,24
34	94,24
35	157,07
36	52,36
37	52,36
38	31,41
39	52,36
40	52,36
41	52,36
42	52,36
43	52,36
44	41,88
45	31,41
46	31,41
47	31,41
48	20,94
49	31,41
50	31,41
51	125,65
52	73,3
53	41,88
54	73,3
55	31,41
56	41,88
57	293,19
58	146,6
59	146,6
60	94,24
61	73,3
62	52,36
63	31,41
64	20,94
65	136,13
66	83,77
67	73,3
68	83,77
69	397,91
70	73,3
71	188,48
72	83,77

73	41,88
74	52,36
75	41,88
76	31,41
77	20,94
78	41,88
79	31,41
80	157,07
81	41,88
82	198,95
83	157,07
84	20,94
85	62,83
86	62,83
87	52,36
88	136,13
89	115,18
90	41,88
91	62,83
92	31,41
93	31,41
94	188,48
95	41,88
96	52,36
97	41,88
98	104,71
99	219,9
100	167,54
101	125,65
102	94,24
103	356,02
104	136,13
105	94,24
106	146,6
107	73,3
108	41,88
109	125,65
110	146,6
111	41,88
112	41,88
113	261,78
114	83,77
115	125,65
116	41,88
117	62,83
118	104,71
119	146,6
120	115,18
121	146,6
122	83,77
123	157,07
124	104,71
125	41,88
126	41,88
127	94,24
128	104,71
129	136,13
130	73,3
131	62,83
132	94,24
133	41,88
134	52,36
135	1,00
136	20,94
137	1,00
138	1,00
139	73,3
140	136,13
141	73,3
142	41,88
143	209,42
144	41,88
145	62,83
146	335,08
147	198,95
148	125,65

149	157,07
150	83,77
151	83,77
152	146,6
153	52,36
154	62,83
155	52,36
156	52,36
157	198,95
158	157,07
159	83,77
160	125,65
161	115,18
162	52,36
163	73,3
164	94,24
165	230,37
166	188,48
167	240,84
168	83,77
169	104,71
170	157,07
171	178,01
172	94,24
173	31,41
174	31,41
175	136,13
176	52,36
177	125,65
178	125,65
179	31,41
180	41,88
181	20,94
182	20,94
183	1,00
184	83,77
185	73,3
186	115,18
187	376,96
188	62,83
189	62,83
190	83,77
191	52,36
192	115,18
193	83,77
194	209,42
195	115,18
196	94,24
197	115,18
198	83,77
199	62,83
200	52,36
průměr	108,743
odchylka	100,3525009
modus	41,88
medián	83,77
IS	13,90788298

PAN

položka	průměr [μm]
1	26,37
2	13,59
3	14,86
4	19,78
5	19,78
6	22,53
7	13,19
8	46,15
9	26,37
10	3,16
11	52,75
12	32,97
13	19,78
14	30,16
15	13,19
16	39,56
17	22,53
18	19,78
19	26,37
20	14,86
21	19,78
22	26,37
23	14,86
24	13,19
25	32,97
26	19,78
27	14,86
28	32,97
29	13,19
30	19,78
31	22,53
32	39,56
33	13,19
34	26,37
35	30,16
36	13,19
37	26,37
38	19,78
39	22,53
40	19,78
41	19,78
42	13,19
43	30,16
44	26,37
45	19,78
46	14,86
47	26,37
48	19,78
49	22,53
50	13,19
51	13,19
52	30,16
53	13,19
54	19,78
55	14,86
56	19,78
57	13,19
58	13,19
59	22,53
60	14,86
61	26,37
62	19,78
63	14,86
64	19,78
65	13,19
66	22,53
67	13,19
68	46,15
69	26,37
70	14,86
71	19,78

72	30,16
73	22,53
74	19,78
75	19,78
76	19,78
77	19,78
78	13,19
79	19,78
80	13,19
81	19,78
82	14,86
83	19,78
84	19,78
85	22,53
86	19,78
87	19,78
88	19,78
89	19,78
90	13,19
91	22,53
92	26,37
93	13,19
94	19,78
95	13,19
96	14,86
97	26,37
98	19,78
99	26,37
100	32,97
101	19,78
102	30,16
103	19,78
104	26,37
105	13,19
106	32,97
107	30,16
108	32,97
109	26,37
110	19,78
111	32,97
112	14,86
113	19,78
114	46,15
115	26,37
116	19,78
117	22,53
118	19,78
119	19,78
120	26,37
121	30,16
122	19,78
123	32,97
124	26,37
125	19,78
126	13,19
127	26,37
128	14,56
129	32,97
130	19,78
131	26,37
132	13,19
133	26,37
134	19,78
135	22,53
136	26,37
137	19,78
138	19,78
139	19,78
140	14,86
141	13,19
142	13,19
143	19,78
144	22,53
145	19,78
146	32,97
147	26,37

148	13,19
149	19,78
150	19,78
151	13,19
152	19,78
153	19,78
154	19,78
155	14,86
156	19,78
157	26,37
158	13,19
159	19,78
160	19,78
161	22,53
162	19,78
163	39,56
164	19,78
165	32,97
166	19,78
167	32,97
168	13,19
169	32,97
170	13,19
171	19,78
172	19,78
173	19,78
174	30,16
175	26,37
176	19,78
177	19,78
178	19,78
179	13,19
180	19,78
181	13,19
182	19,78
183	26,37
184	19,78
185	19,78
186	19,78
187	32,97
188	22,53
189	26,37
190	26,37
191	32,97
192	13,19
193	19,78
194	26,37
195	26,37
196	19,78
197	26,37
198	19,78
199	39,56
200	26,37
průměr	21,91405
odchylka	7,428103
modus	19,78
median	19,78
IS	1,029463

Chitosan (kys. citr.)

položka	průměr [μm]
1	158,24
2	217,58
3	158,24
4	72,53
5	65,93
6	52,75
7	39,56
8	13,19
9	65,93
10	32,97
11	52,75
12	59,34
13	65,93
14	52,75
15	92,31
16	26,37
17	151,65
18	79,12
19	52,75
20	39,56
21	59,34
22	125,27
23	39,56
24	52,75
25	26,37
26	59,34
27	79,12
28	59,34
29	26,37
30	46,15
31	65,93
32	92,31
33	39,56
34	59,34
35	92,31
36	52,75
37	26,37
38	26,37
39	19,78
40	19,78
41	26,37
42	19,78
43	39,56
44	52,75
45	26,37
46	98,9
47	32,97
48	118,68
49	52,75
50	39,56
51	32,97
52	39,56
53	19,78
54	13,19
55	19,78
56	13,19
57	26,37
58	118,68
59	72,53
60	79,12
61	118,68
62	39,56
63	39,56
64	26,37
65	46,15
66	39,56
67	59,34
68	178,02
69	13,19
70	26,37
71	46,15
72	72,53

73	32,97
74	92,31
75	13,19
76	1,00
77	13,19
78	26,37
79	19,78
80	26,37
81	19,78
82	39,56
83	39,56
84	26,37
85	13,19
86	65,93
87	39,56
88	19,78
89	32,97
90	26,37
91	19,78
92	46,15
93	39,56
94	32,97
95	19,78
96	39,56
97	65,93
98	26,37
99	59,34
100	118,68
101	118,68
102	92,31
103	85,71
104	59,34
105	32,97
106	158,24
107	52,75
108	105,49
109	72,53
110	32,97
111	39,56
112	72,53
113	79,12
114	52,75
115	32,97
116	32,97
117	46,15
118	19,78
119	46,15
120	59,34
121	39,56
122	19,78
123	26,37
124	85,71
125	39,56
126	138,46
127	112,09
128	85,71
129	72,53
130	85,71
131	125,27
132	118,68
133	65,93
134	46,15
135	52,75
136	59,34
137	79,12
138	105,49
139	59,34
140	19,78
141	32,97
142	19,78
143	19,78
144	19,78
145	19,78
146	26,37
147	59,34
148	52,75

149	32,97
150	39,56
151	79,12
152	39,56
153	59,34
154	85,71
155	59,34
156	52,75
157	26,37
158	59,34
159	65,93
160	32,97
161	92,31
162	26,37
163	79,12
164	151,65
165	39,56
166	59,34
167	39,56
168	26,37
169	59,34
170	32,97
171	46,15
172	26,37
173	39,56
174	26,37
175	39,56
176	26,37
177	39,56
178	26,37
179	26,37
180	19,78
181	65,93
182	72,53
183	191,21
184	151,65
185	145,05
186	65,93
187	79,12
188	46,15
189	72,53
190	72,53
191	59,34
192	72,53
193	79,12
194	39,56
195	92,31
196	85,71
197	19,78
198	32,97
199	118,68
200	85,71
průměr	57,42795
odchylka	37,54633
modus	39,56
medián	46,15
IS	5,203557

**Chitosan
(glutaraldehyd)**

položka	průměr [μm]
1	210,99
2	164,84
3	59,34
4	65,93
5	131,87
6	98,9
7	98,9
8	191,21
9	138,46
10	32,97
11	52,75
12	39,56
13	59,34
14	65,93
15	85,71
16	171,43
17	98,9
18	131,87
19	125,27
20	59,34
21	105,49
22	59,34
23	105,49
24	46,15
25	85,71
26	92,31
27	217,58
28	164,84
29	72,53
30	98,9
31	105,49
32	52,75
33	59,34
34	79,12
35	52,75
36	59,34
37	98,9
38	204,4
39	79,12
40	151,65
41	191,21
42	184,62
43	290,11
44	204,4
45	336,26
46	356,04
47	131,87
48	118,68
49	217,58
50	204,4
51	59,34
52	125,27
53	85,71
54	138,46
55	184,62
56	151,65
57	92,31
58	98,9
59	145,05
60	118,68
61	52,75
62	224,18
63	131,87
64	85,71
65	145,05
66	158,24
67	112,09
68	65,93
69	65,93

70	158,24
71	65,93
72	46,15
73	349,45
74	59,34
75	92,31
76	171,43
77	92,31
78	303,3
79	336,26
80	125,27
81	164,84
82	105,49
83	197,8
84	131,87
85	131,87
86	217,58
87	131,87
88	65,93
89	65,93
90	46,15
91	52,75
92	191,21
93	52,75
94	65,93
95	98,9
96	52,75
97	118,68
98	26,37
99	39,56
100	32,97
101	32,97
102	46,15
103	46,15
104	283,52
105	59,34
106	46,15
107	46,15
108	39,56
109	26,37
110	46,15
111	46,15
112	52,75
113	32,97
114	26,37
115	46,15
116	79,12
117	32,97
118	39,56
119	210,99
120	39,56
121	59,34
122	46,15
123	32,97
124	46,15
125	39,56
126	52,75
127	72,53
128	65,93
129	65,93
130	79,12
131	52,75
132	52,75
133	59,34
134	39,56
135	26,37
136	46,15
137	52,75
138	79,12
139	32,97
140	32,97
141	158,24
142	46,15
143	46,15
144	72,53
145	52,75

146	39,56
147	32,97
148	46,15
149	52,75
150	52,75
151	65,93
152	39,56
153	65,93
154	52,75
155	39,56
156	65,93
157	59,34
158	59,34
159	39,56
160	65,93
161	26,37
162	39,56
163	46,15
164	39,56
165	92,31
166	26,37
167	32,97
168	39,56
169	105,49
170	72,53
171	65,93
172	19,78
173	26,37
174	52,75
175	46,15
176	26,37
177	39,56
178	32,97
179	19,78
180	52,75
181	46,15
182	98,9
183	19,78
184	39,56
185	26,37
186	26,37
187	32,97
188	52,75
189	118,68
190	65,93
191	39,56
192	19,78
193	26,37
194	79,12
195	131,87
196	92,31
197	65,93
198	112,09
199	112,09
200	79,12
průměr	89,9994
odchylka	67,19063
modus	52,75
median	65,93
IS	9,311969

Želatina

položka	průměr [μm]
1	276,92
2	303,3
3	138,46
4	290,11
5	243,96
6	237,36
7	72,53
8	112,09
9	112,09
10	85,71
11	138,46
12	237,36
13	217,58
14	178,02
15	138,46
16	125,27
17	210,99
18	131,87
19	210,99
20	72,53
21	79,12
22	46,15
23	59,34
24	52,75
25	46,15
26	59,34
27	118,68
28	224,18
29	178,02
30	230,77
31	72,53
32	72,53
33	98,9
34	197,8
35	197,8
36	65,93
37	270,33
38	171,43
39	323,08
40	52,75
41	26,37
42	32,97
43	210,99
44	92,31
45	39,56
46	171,43
47	336,26
48	59,34
49	72,53
50	118,68
51	138,46
52	178,02
53	85,71
54	98,9
55	72,53
56	59,34
57	72,53
58	32,97
59	32,97
60	79,12
61	105,49
62	105,49
63	237,36
64	85,71
65	72,53
66	164,84
67	171,43
68	112,09
69	145,05

70	65,93
71	98,9
72	112,09
73	217,58
74	131,87
75	105,49
76	72,53
77	171,43
78	257,14
79	118,68
80	79,12
81	92,31
82	52,75
83	72,53
84	79,12
85	52,75
86	92,31
87	59,34
88	85,71
89	59,34
90	52,75
91	46,15
92	26,37
93	32,97
94	52,75
95	98,9
96	257,14
97	184,62
98	184,62
99	79,12
100	46,15
101	118,68
102	145,05
103	105,49
104	26,37
105	32,97
106	98,9
107	19,78
108	39,56
109	39,56
110	125,27
111	98,9
112	79,12
113	118,68
114	112,09
115	65,93
116	125,27
117	92,31
118	79,12
119	32,97
120	184,62
121	85,71
122	65,93
123	92,31
124	125,27
125	32,97
126	164,84
127	72,53
128	32,97
129	46,15
130	65,93
131	46,15
132	26,37
133	184,62
134	32,97
135	237,36
136	197,8
137	105,49
138	72,53
139	32,97
140	59,34
141	79,12
142	85,71
143	72,53
144	59,34
145	85,71

146	26,37
147	65,93
148	65,93
149	52,75
150	79,12
151	46,15
152	79,12
153	151,65
154	72,53
155	118,68
156	85,71
157	118,68
158	125,27
159	32,97
160	32,97
161	59,34
162	46,15
163	65,93
164	72,53
165	98,9
166	85,71
167	92,31
168	39,56
169	32,97
170	39,56
171	32,97
172	85,71
173	32,97
174	32,97
175	46,15
176	26,37
177	26,37
178	32,97
179	46,15
180	59,34
181	158,24
182	151,65
183	171,43
184	118,68
185	46,15
186	59,34
187	59,34
188	52,75
189	72,53
190	26,37
191	65,93
192	65,93
193	52,75
194	72,53
195	65,93
196	145,05
197	52,75
198	52,75
199	79,12
200	52,75
průměr	101,1754
odchylka	66,52645
modus	72,53
median	79,12
IS	9,21992

Želatina (toulén)

položka	průměr [μm]
1	366,49
2	94,24
3	52,36
4	240,84
5	62,83
6	188,48
7	240,84
8	178,01
9	188,48
10	125,65
11	83,77
12	136,13
13	83,77
14	198,95
15	157,07
16	94,24
17	94,24
18	41,88
19	83,77
20	125,65
21	52,36
22	115,18
23	198,95
24	167,54
25	104,71
26	83,77
27	136,13
28	83,77
29	83,77
30	115,18
31	73,3
32	115,18
33	62,83
34	104,71
35	83,77
36	94,24
37	157,07
38	282,72
39	198,95
40	230,37
41	125,65
42	167,54
43	219,9
44	293,19
45	146,6
46	230,37
47	188,48
48	94,24
49	136,13
50	230,37
51	157,07
52	136,13
53	157,07
54	198,95
55	209,42
56	230,37
57	230,37
58	62,83
59	230,37
60	115,18
61	104,71
62	104,71
63	94,24
64	104,71
65	136,13
66	167,54
67	83,77
68	52,36
69	62,83
70	52,36
71	52,36

72	73,3
73	104,71
74	104,71
75	62,83
76	146,6
77	167,54
78	209,42
79	282,72
80	219,9
81	282,72
82	209,42
83	157,07
84	178,01
85	178,01
86	261,78
87	303,66
88	188,48
89	167,54
90	157,07
91	146,6
92	104,71
93	115,18
94	261,78
95	167,54
96	188,48
97	146,6
98	198,95
99	115,18
100	115,18
101	136,13
102	188,48
103	198,95
104	136,13
105	115,18
106	146,6
107	178,01
108	136,13
109	167,54
110	146,6
111	94,24
112	125,65
113	167,54
114	157,07
115	73,3
116	198,95
117	146,6
118	115,18
119	261,78
120	104,71
121	115,18
122	178,01
123	188,48
124	272,25
125	219,9
126	146,6
127	178,01
128	136,13
129	83,77
130	73,3
131	157,07
132	178,01
133	178,01
134	188,48
135	94,24
136	83,77
137	146,6
138	157,07
139	136,13
140	136,13
141	83,77
142	73,3
143	146,6
144	104,71
145	73,3
146	157,07
147	240,84

148	83,77
149	104,71
150	104,71
151	115,18
152	115,18
153	115,18
154	188,48
155	345,55
156	198,95
157	272,25
158	115,18
159	104,71
160	167,54
161	115,18
162	167,54
163	167,54
164	115,18
165	83,77
166	209,42
167	219,9
168	146,6
169	125,65
170	335,08
171	272,25
172	282,72
173	293,19
174	115,18
175	104,71
176	125,65
177	136,13
178	94,24
179	167,54
180	136,13
181	188,48
182	157,07
183	125,65
184	94,24
185	115,18
186	240,84
187	219,9
188	303,66
189	387,43
190	167,54
191	115,18
192	136,13
193	136,13
194	188,48
195	94,24
196	94,24
197	209,42
198	198,95
199	83,77
200	188,48
průměr	153,9267
odchylka	66,04208
modus	115,18
medián	146,6
is	9,152792

Želatina
(bez aktivní látky)

položka	průměr [μm]
1	178,01
2	62,83
3	52,36
4	73,3
5	41,88
6	41,88
7	31,41
8	31,41
9	31,41
10	41,88
11	62,83
12	73,3
13	41,88
14	41,88
15	62,83
16	83,77
17	52,36
18	41,88
19	167,54
20	62,83
21	52,36
22	83,77
23	41,88
24	31,41
25	52,36
26	20,94
27	73,3
28	115,18
29	83,77
30	94,24
31	62,83
32	52,36
33	41,88
34	20,94
35	73,3
36	115,18
37	62,83
38	209,42
39	219,9
40	125,65
41	62,83
42	73,3
43	83,77
44	73,3
45	62,83
46	115,18
47	115,18
48	188,48
49	167,54
50	52,36
51	94,24
52	73,3
53	83,77
54	146,6
55	52,36
56	52,36
57	52,36
58	62,83
59	73,3
60	52,36
61	41,88
62	104,71
63	62,83
64	104,71
65	73,3
66	41,88
67	83,77
68	94,24

69	83,77
70	73,3
71	73,3
72	62,83
73	73,3
74	83,77
75	41,88
76	157,07
77	52,36
78	178,01
79	104,71
80	125,65
81	31,41
82	188,48
83	115,18
84	83,77
85	73,3
86	62,83
87	31,41
88	41,88
89	94,24
90	83,77
91	73,3
92	73,3
93	62,83
94	41,88
95	62,83
96	83,77
97	136,13
98	62,83
99	62,83
100	31,41
101	52,36
102	62,83
103	31,41
104	83,77
105	83,77
106	62,83
107	52,36
108	52,36
109	104,71
110	83,77
111	94,24
112	41,88
113	125,65
114	31,41
115	41,88
116	62,83
117	52,36
118	73,3
119	83,77
120	41,88
121	83,77
122	115,18
123	146,6
124	62,83
125	73,3
126	41,88
127	83,77
128	41,88
129	52,36
130	62,83
131	157,07
132	62,83
133	52,36
134	94,24
135	41,88
136	20,94
137	83,77
138	41,88
139	41,88
140	41,88
141	31,41
142	73,3
143	41,88
144	83,77

145	198,95
146	115,18
147	62,83
148	94,24
149	52,36
150	167,54
151	94,24
152	52,36
153	136,13
154	73,3
155	52,36
156	94,24
157	41,88
158	83,77
159	94,24
160	41,88
161	83,77
162	41,88
163	125,65
164	83,77
165	73,3
166	83,77
167	62,83
168	41,88
169	73,3
170	73,3
171	31,41
172	62,83
173	94,24
174	41,88
175	73,3
176	52,36
177	41,88
178	52,36
179	31,41
180	104,71
181	41,88
182	83,77
183	62,83
184	62,83
185	83,77
186	31,41
187	115,18
188	41,88
189	52,36
190	41,88
191	52,36
192	62,83
193	52,36
194	52,36
195	62,83
196	52,36
197	83,77
198	52,36
199	104,71
200	41,88
průměr	74,18835
odchylka	37,58333
modus	41,88
median	62,83
is	5,208685

Cyklodextrin

položka	průměr [μm]
1	230,37
2	136,13
3	282,72
4	125,65
5	157,07
6	261,78
7	83,77
8	240,84
9	209,42
10	198,95
11	282,72
12	366,49
13	167,54
14	251,31
15	94,24
16	167,54
17	282,72
18	73,3
19	188,48
20	157,07
21	314,14
22	272,25
23	282,72
24	209,42
25	136,13
26	188,48
27	178,01
28	157,07
29	209,42
30	251,31
31	366,49
32	261,78
33	240,84
34	209,42
35	178,01
36	251,31
37	157,07
38	198,95
39	167,54
40	293,19
41	136,13
42	230,37
43	460,73
44	230,37
45	167,54
46	240,84
47	136,13
48	230,37
49	136,13
50	272,25
51	324,61
52	314,14
53	115,18
54	115,18
55	167,54
56	157,07
57	157,07
58	157,07
59	219,9
60	335,08
61	188,48
62	94,24
63	261,78
64	240,84
65	251,31
66	136,13
67	73,3
68	73,3

69	73,3
70	188,48
71	230,37
72	188,48
73	157,07
74	136,13
75	167,54
76	178,01
77	282,72
78	261,78
79	146,6
80	408,38
81	261,78
82	115,18
83	240,84
84	324,61
85	188,48
86	41,88
87	146,6
88	219,9
89	282,72
90	83,77
91	125,65
92	62,83
93	62,83
94	335,08
95	146,6
96	261,78
97	335,08
98	167,54
99	167,54
100	293,19
101	251,31
102	115,18
103	272,25
104	335,08
105	335,08
106	387,43
107	167,54
108	188,48
109	230,37
110	104,71
111	146,6
112	261,78
113	219,9
114	178,01
115	167,54
116	167,54
117	83,77
118	73,3
119	230,37
120	136,13
121	115,18
122	157,07
123	125,65
124	83,77
125	293,19
126	303,66
127	188,48
128	188,48
129	157,07
130	209,42
131	167,54
132	219,9
133	209,42
134	157,07
135	115,18
136	136,13
137	356,02
138	115,18
139	167,54
140	282,72
141	209,42
142	125,65
143	41,88
144	408,38

145	324,61
146	282,72
147	324,61
148	104,71
149	251,31
150	251,31
151	335,08
152	219,9
153	83,77
154	816,75
155	230,37
156	209,42
157	188,48
158	230,37
159	219,9
160	198,95
161	418,85
162	261,78
163	146,6
164	146,6
165	115,18
166	83,77
167	136,13
168	52,36
169	157,07
170	62,83
171	115,18
172	146,6
173	52,36
174	209,42
175	188,48
176	198,95
177	219,9
178	104,71
179	136,13
180	136,13
181	52,36
182	209,42
183	293,19
184	136,13
185	20,94
186	62,83
187	219,9
188	314,14
189	104,71
190	83,77
191	198,95
192	230,37
193	94,24
194	125,65
195	83,77
196	146,6
197	73,3
198	73,3
199	104,71
200	83,77
průměr	195,236
odchylka	95,99232
modus	136,13
median	188,48
IS	13,3036

Lovoza 3%						
položka	1	2	3	4	5	6
1.	7,23	25,21	8,79	25,35	68,71	65,35
2.	15,6	11,23	12,54	35,32	52,41	73,25
3.	17,14	5,38	15,35	25,64	36,46	83,12
4.	18,15	9,23	12,5	38,95	58,3	45,25
5.	17,79	12,5	9,83	25,25	65,75	54,98
6.	10,35	12,5	11,65	45,54	61,12	58,91
7.	5,62	25,6	6,4	29,35	64,42	68,25
8.	9,83	14,23	19,65	45,25	60,12	72,58
9.	11,21	32,21	10,25	15,25	57,86	85,25
10.	15,21	25,21	14,25	36,25	55,33	74,21
11.	11,98	8,35	8,79	29,58	56,39	61,58
12.	14,21	19,25	19,64	19,68	79,3	45,69
13.	12,57	33,65	20,06	26,95	86,2	63,25
14.	5,32	32,14	15,35	28,35	78,35	41,25
15.	10,95	18,54	8,79	45,25	47,04	48,52
16.	9,35	21,25	15,12	35,21	59,86	68,21
17.	9,35	11,12	21,59	19,21	57,89	73,12
18.	11,84	17,48	15,23	65,25	75,43	53,48
19.	12,5	35,64	21,59	25,21	51,2	55,36
20.	13,25	25,32	15,21	15,65	67,32	43,52
21.	18,66	15,2	44,74	15,26	44,24	69,54
22.	14,54	19,25	25,23	36,25	82,14	65,21
23.	9,36	11,25	12,5	24,25	57,87	54,32
24.	10,93	9,25	15,32	28,35	69,3	61,58
25.	14,35	35,6	32,25	29,32	39,46	63,86
26.	11,59	14,25	16,23	15,25	74,23	72,58
27.	12,52	15,23	21,59	15,25	42,19	42,19
28.	11,64	14,25	21,23	35,25	85,14	81,23
29.	12,35	16,32	18,54	29,25	48,5	72,36
30.	14,85	14,25	14,54	23,25	74,13	56,95
31.	8,35	18,25	17,14	36,25	45,12	75,21
32.	7,91	21,64	15,23	33,25	81,14	71,38
33.	8,25	14,25	23,25	32,14	70,25	69,51
34.	11,56	18,65	35,45	25,25	69,35	49,58
35.	14,32	13,25	36,25	28,21	64,42	55,24
36.	15,23	33,56	25,65	24,36	61,14	69,31
37.	10,65	11,89	21,45	35,25	36,46	62,54
38.	12,5	9,35	25,35	45,36	74,13	51,28
39.	12,5	14,14	35,21	36,58	53,46	73,54
40.	16,23	8,25	19,54	54,25	60,15	68,46
41.	9,65	26,35	26,57	15,21	51,17	35,24
42.	8,56	15,25	24,32	14,25	58,17	46,25
43.	14,25	17,56	23,56	26,58	60,15	71,25
44.	9,61	9,64	19,54	23,65	79,54	52,86
45.	12,5	23,23	25,19	29,35	72,15	64,29
46.	11,68	15,23	19,56	28,22	62,13	69,81
47.	8,69	18,35	26,23	24,21	58,14	71,49
48.	8,35	35,65	15,24	20,25	56,35	81,25
49.	11,65	9,25	23,56	29,58	47,04	48,35
50.	8,56	18,53	25,45	56,25	44,74	59,84
51.	20,14	16,23	18,54	19,58	86,43	68,34
52.	14,56	17,25	14,25	26,58	76,32	73,15
53.	13,94	19,58	19,56	25,14	60,55	78,51
54.	15,85	5,35	23,56	29,35	56,23	79,26
55.	17,54	15,26	28,64	27,36	62,33	75,32

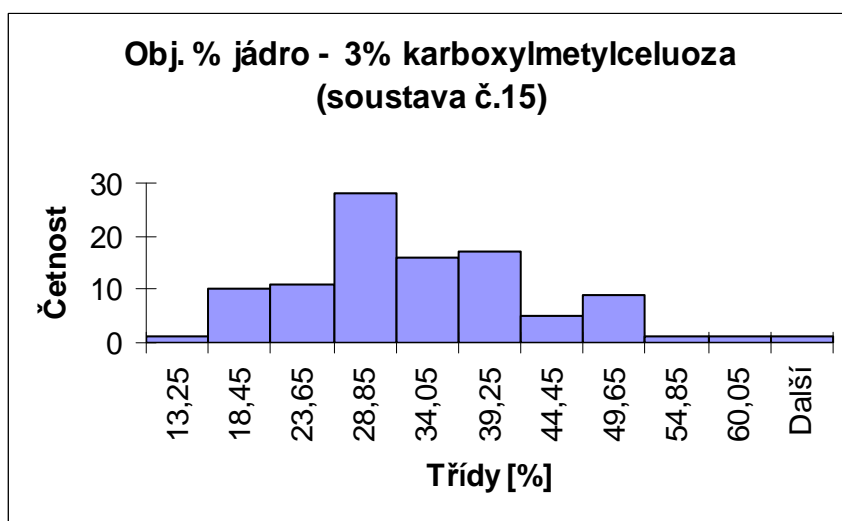
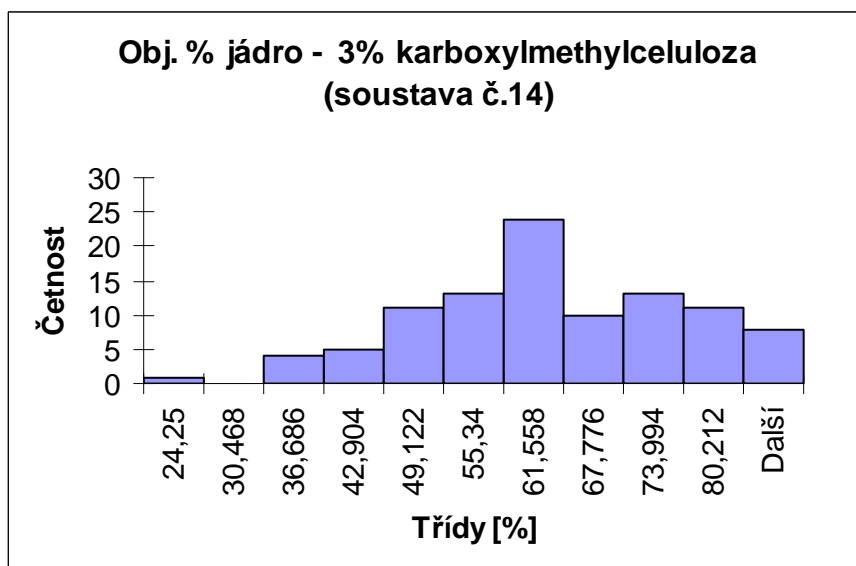
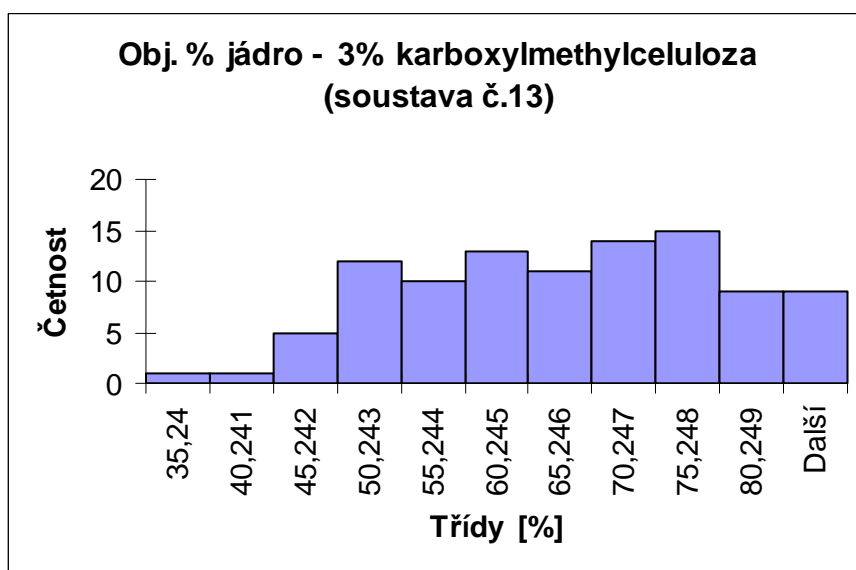
položka	1	2	3	4	5	6
56.	14,23	29,58	14,23	36,58	74,32	61,58
57.	11,25	9,35	19,35	33,58	49,16	58,19
58.	12,5	12,5	25,35	34,25	71,14	81,25
59.	12,3	5,26	18,25	39,35	82,11	68,26
60.	15,65	25,15	18,35	26,25	53,19	57,65
61.	17,89	24,32	24,32	15,6	49,17	68,15
62.	11,25	23,65	26,35	25,53	83,4	49,25
63.	10,36	12,45	14,25	25,53	62,97	68,25
64.	9,64	11,25	25,36	26,35	42,19	58,26
65.	25,64	9,25	29,35	45,25	62,99	46,15
66.	2,36	19,25	27,25	15,25	45,86	81,54
67.	5,93	9,23	31,25	23,56	81,65	75,24
68.	19,58	14,25	25,36	29,35	59,13	54,25
69.	17,54	11,25	27,35	26,35	65,11	56,23
70.	10,54	9,35	25,36	27,25	58,13	58,32
71.	9,91	13,25	25,36	42,15	72,15	68,16
72.	16,54	14,25	25,36	13,25	69,15	79,25
73.	15,64	11,25	14,25	19,25	58,65	82,35
74.	17,54	35,25	26,25	18,25	72,15	61,25
75.	25,32	12,32	17,25	25,36	49,68	52,38
76.	16,32	19,25	33,25	29,35	35,24	43,28
77.	12,5	12,14	25,36	29,25	42,34	76,21
78.	12,5	9,25	26,35	33,6	51,32	54,38
79.	14,32	6,25	19,35	32,56	36,25	56,25
80.	13,45	18,21	14,35	45,36	42,12	59,23
81.	20,35	11,25	19,25	36,59	61,25	73,25
82.	14,84	25,32	25,35	27,25	58,35	79,25
83.	9,25	22,58	27,98	36,59	45,32	43,58
84.	12,5	9,38	11,23	36,58	76,21	68,25
85.	14,58	14,29	23,11	39,54	56,23	45,26
86.	9,35	19,56	15,65	28,42	54,85	78,25
87.	13,21	6,35	12,35	39,25	24,25	82,36
88.	17,14	35,25	38,35	45,25	49,85	71,25
89.	35,45	11,25	15,23	35,25	59,21	78,21
90.	21,62	9,84	28,35	19,35	64,25	63,21
91.	19,85	10,53	27,25	42,58	45,25	54,28
92.	18,15	15,84	35,21	39,58	69,56	39,25
93.	25,45	14,36	12,14	27,58	73,25	45,36
94.	17,35	29,58	12,15	19,58	45,36	58,25
95.	11,49	19,67	21,6	39,25	56,85	49,25
96.	9,25	17,25	21,6	45,58	49,25	57,25
97.	6,58	23,56	34,44	23,65	73,56	46,25
98.	18,93	22,58	21,35	45,25	79,29	76,25
99.	15,64	14,58	15,23	29,65	69,57	82,15
100.	12,5	14,83	23,65	28,68	45,25	61,25
průměr	13,4745	17,1219	21,1337	30,3449	60,3025	63,2393
odchylka	4,82152	7,754403	7,368603	9,910429	13,41169	12,30972

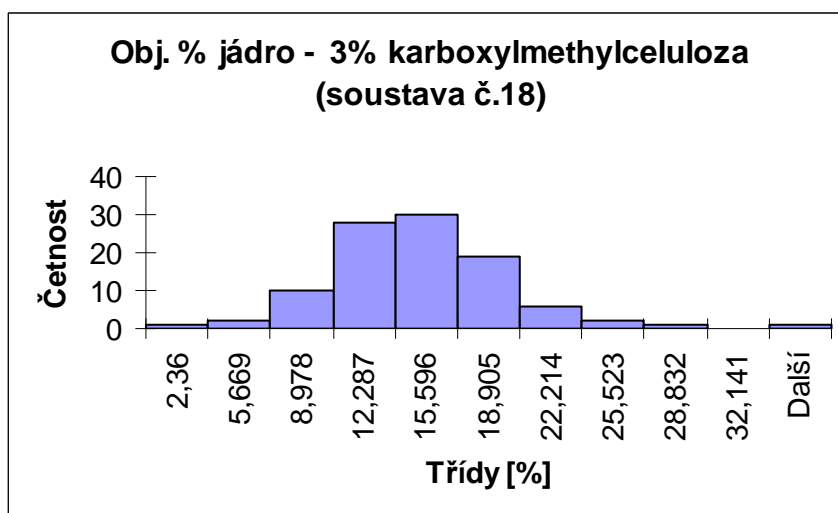
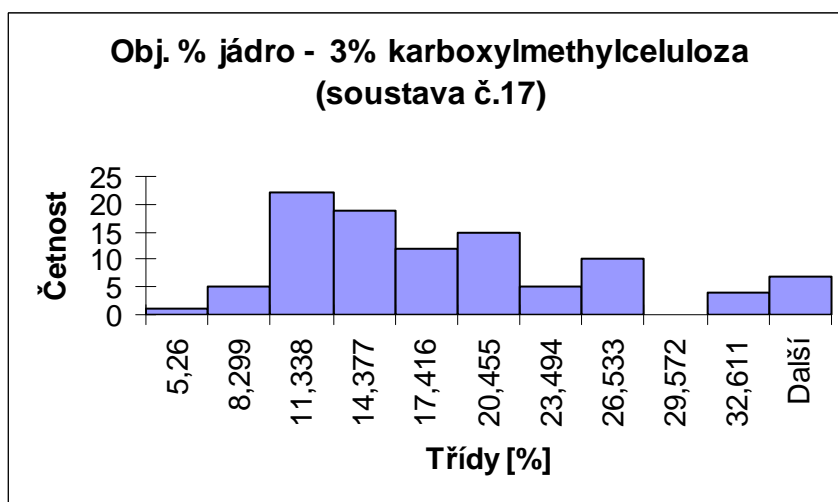
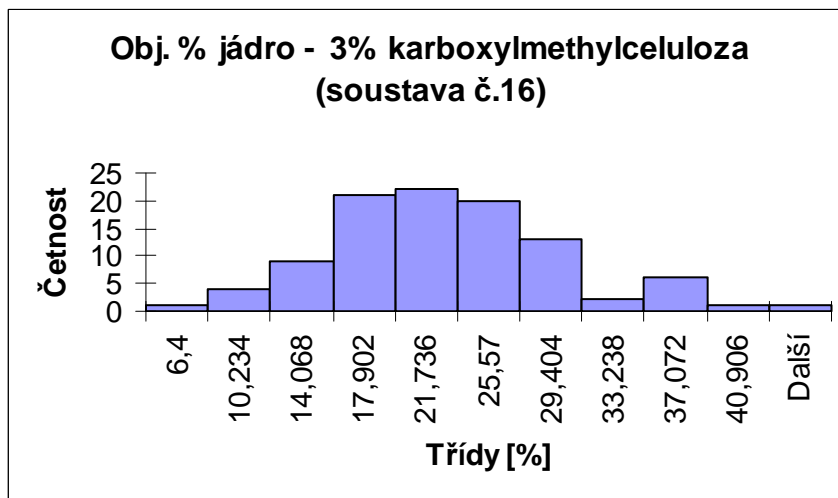
Lovoza 4%						
položka	1	2	3	4	5	6
1.	15,26	25,36	34,25	38,36	45,21	78,25
2.	18,24	36,25	26,35	46,25	39,25	58,32
3.	6,25	14,25	45,36	73,2	83,25	45,36
4.	9,25	18,25	58,35	56,2	75,36	71,35
5.	25,36	10,25	19,25	19,25	85,32	62,35
6.	35,25	39,25	29,35	28,35	45,36	52,36
7.	14,24	45,25	36,54	24,36	35,36	45,32
8.	11,24	12,36	38,35	29,35	45,21	32,25
9.	7,25	18,25	16,32	36,58	46,35	54,36
10.	25,36	9,25	29,54	34,25	56,36	61,32
11.	11,32	11,25	47,36	26,35	59,36	65,32
12.	18,25	19,25	39,25	23,56	73,01	42,32
13.	15,25	23,56	59,35	56,32	54,32	72,36
14.	9,25	36,25	47,25	45,36	34,25	83,21
15.	8,25	35,25	41,32	7,31	65,32	45,36
16.	11,94	26,25	26,35	45,36	53,21	62,35
17.	10,27	29,35	15,32	26,35	41,02	51,36
18.	18,24	24,21	19,35	56,35	75,36	58,36
19.	19,35	15,36	36,25	37,25	61,32	54,36
20.	35,21	49,25	37,21	19,25	57,36	71,3
21.	27,15	35,26	25,36	29,35	64,32	64,36
22.	15,24	57,25	63,25	35,69	35,23	62,32
23.	16,21	15,21	53,1	45,65	41,02	24,35
24.	19,55	25,36	25,36	63,2	48,36	68,45
25.	14,12	26,35	29,35	54,32	37,69	49,35
26.	10,25	14,23	45,32	45,23	65,32	59,35
27.	15,24	56,23	63,12	54,32	58,35	73,25
28.	25,33	23,52	45,32	29,32	45,32	71,25
29.	29,24	24,36	24,36	68,36	29,35	65,35
30.	15,24	15,21	19,32	73,32	49,35	45,35
31.	11,21	18,26	24,32	54,26	31,25	56,35
32.	10,25	9,24	20,23	63,25	28,32	68,36
33.	9,02	11,25	16,35	79,25	48,36	36,25
34.	7,25	24,32	39,35	39,25	73,25	81,25
35.	6,25	19,25	38,36	68,35	65,32	72,3
36.	11,25	8,36	42,36	26,35	29,35	69,35
37.	25,14	19,25	48,35	35,21	67,35	62,35
38.	14,25	17,24	34,32	48,25	54,32	56,14
39.	11,25	16,35	12,35	72,35	59,35	59,68
40.	22,36	8,56	29,35	62,35	64,32	72,35
41.	29,25	23,19	45,35	56,23	46,35	78,36
42.	12,35	45,25	31,25	31,25	49,32	81,25
43.	9,25	8,25	19,35	24,35	48,35	64,25
44.	4,25	15,26	25,36	26,35	52,3	51,25
45.	7,58	26,35	10,36	23,56	54,36	69,35
46.	11,54	19,25	16,35	21,23	50,35	73,21
47.	10,25	17,25	25,25	45,36	69,35	60,35
48.	8,25	15,24	18,3	36,25	78,35	50,25
49.	19,25	18,25	69	24,21	82,36	49,35
50.	26,35	36,25	21	32,25	71,35	68,35
51.	14,25	25,36	45,32	19,25	69,35	71,25
52.	15,25	26,58	12,3	27,35	43,25	78,35
53.	14,36	21,24	76,35	45,25	52,36	56,54
54.	35,25	10,23	11,25	18,25	64,35	45,25
55.	19,25	11,46	9,32	32,54	78,36	49,35

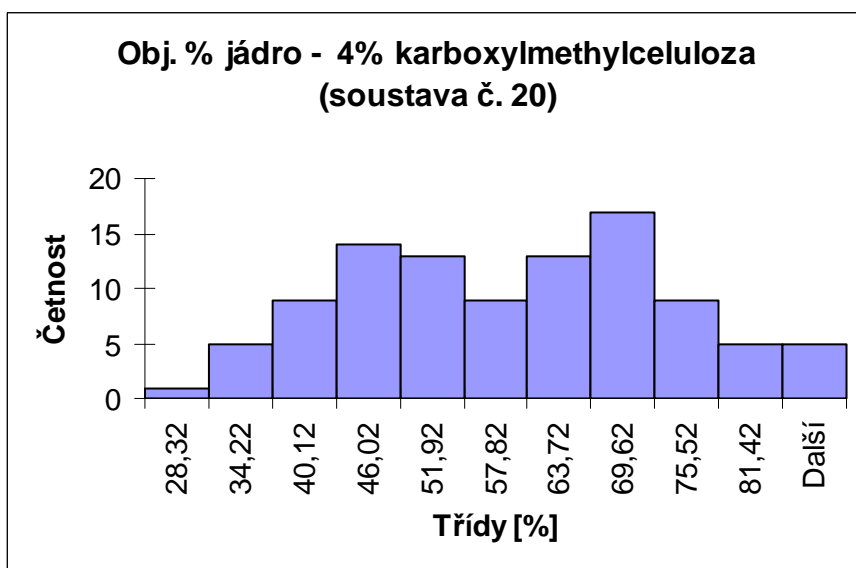
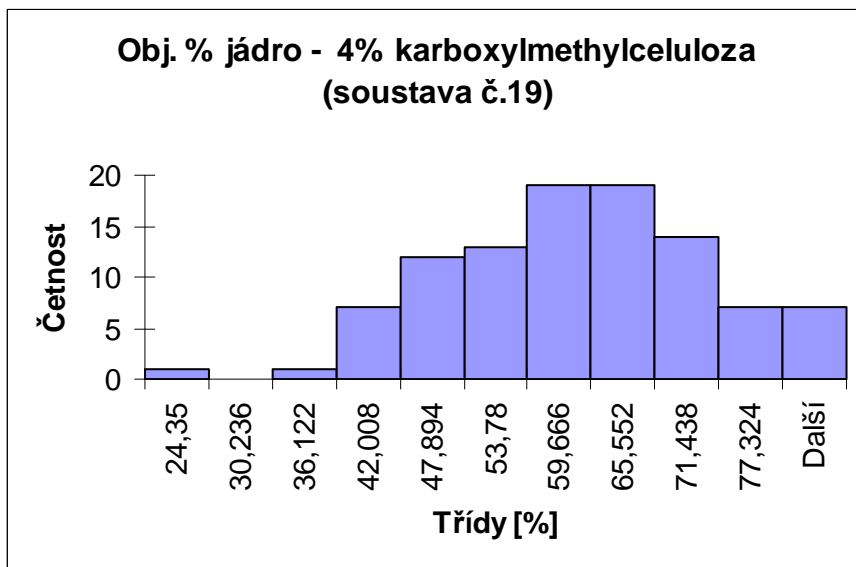
položka	1	2	3	4	5	6
56.	17,25	23,54	65,33	46,32	82,36	56,35
57.	14,25	9,24	26,31	39,25	62,32	57,25
58.	9,23	19,25	20,25	35,25	39,35	39,25
59.	8,25	17,25	19,25	25,36	45,36	71,25
60.	14,25	26,25	11,25	36,25	51,32	45,36
61.	25,32	35,25	26,36	42,1	57,98	61,35
62.	16,25	26,25	38,25	19,01	65,35	45,35
63.	17,25	19,25	43,06	24,25	87,32	52,35
64.	11,23	32,15	24,36	38,24	28,35	59,35
65.	35,26	29,24	31,25	49,25	36,35	57,35
66.	29,25	21,23	19,35	52,36	65,32	65,35
67.	14,02	12,5	18,32	47,25	49,3	49,35
68.	11,32	12,5	29,35	31,02	40,3	58,35
69.	5,25	33,25	16,32	45,21	64,35	69,35
70.	16,25	19,25	23,58	14,36	47,36	72,34
71.	14,25	17,35	29,35	36,25	59,35	56,25
72.	25,32	26,53	52,32	56,32	69,32	48,25
73.	10,25	19,25	11,25	45,21	73,25	57,35
74.	9,25	19,25	24,35	40,25	71,32	39,54
75.	14,25	18,36	35,32	38,21	58,35	41,25
76.	7,25	25,36	24,689	41,25	69,35	54,35
77.	6,32	32,64	32,59	25,36	61,35	63,58
78.	8,25	26,53	16,35	35,21	36,54	61,32
79.	19,25	29,25	29,35	64,35	49,35	64,35
80.	11,01	24,35	23,25	29,35	69,35	49,35
81.	12,21	19,35	41,23	43,25	76,35	69,35
82.	18,25	25,36	12,5	57,36	45,32	46,35
83.	9,35	36,35	29,35	31,02	76,35	78,25
84.	8,25	17,25	24,36	36,25	71,25	69,35
85.	7,32	9,06	22,33	34,02	63,25	60,25
86.	16,25	19,35	42,35	46,35	45,35	54,36
87.	17,25	11,36	36,25	21,01	32,14	63,25
88.	15,21	26,35	32,49	49,35	79,35	68,35
89.	14,325	24,36	29,35	46,35	58,35	45,36
90.	26,35	12,3	28,36	52,36	41,25	61,32
91.	9,25	46,32	36,59	37,25	35,36	58,35
92.	11,25	18,23	34,26	16,35	41,25	36,58
93.	18,25	14,36	39,1	47,36	73,25	41,25
94.	17,25	9,35	15,36	63,25	52,36	72,3
95.	14,35	29,35	42,36	45,36	45,36	49,25
96.	10,25	24,35	52,36	56,32	62,35	39,35
97.	11,35	19,35	41,02	32,14	48,35	47,25
98.	17,25	17,36	39,35	28,25	69,25	48,25
99.	14,25	11,36	15,36	31,02	64,35	58,35
100.	9,25	16,35	29,35	42,39	59,35	45,36
průměr	15,25005	22,4591	31,73069	40,1517	56,1758	58,4003
odchylka	7,175478	10,36498	14,24429	14,9928	14,82175	12,08767

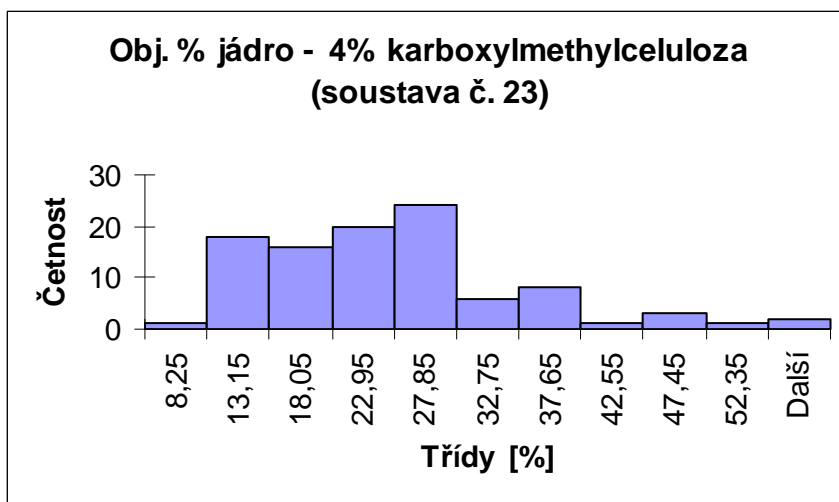
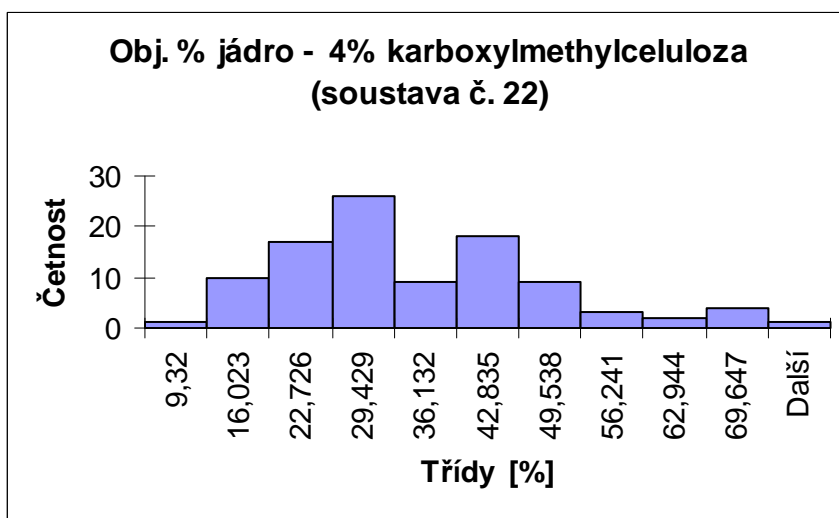
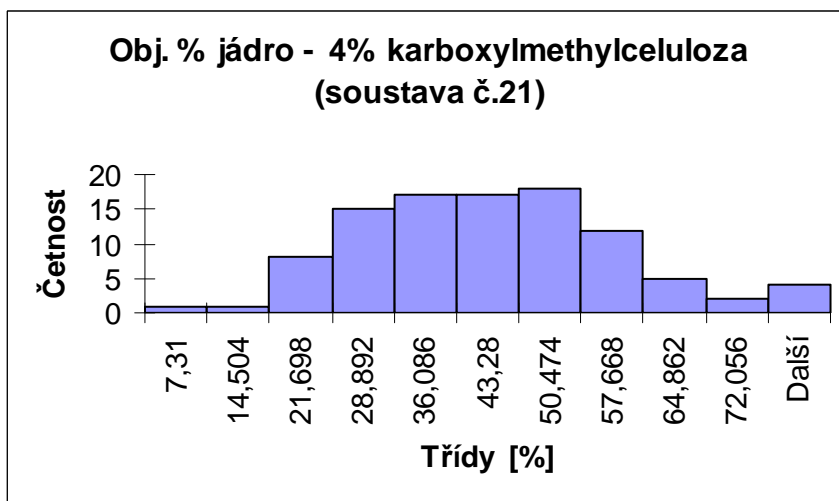
Lovoza 5%						
položka	1	2	3	4	5	6
1.	12,5	29,35	32,14	45,23	72,01	56,38
2.	19,25	35,21	68,35	72,58	45,25	73,25
3.	25,36	17,21	45,32	76,25	56,25	32,25
4.	35,25	11,25	18,36	45,35	69,35	39,35
5.	24,25	9,35	45,36	49,35	68,32	70,25
6.	14,25	7,35	19,35	69,25	64,25	82,25
7.	10,25	36,25	35,24	75,36	50,25	65,25
8.	9,25	25,25	39,25	64,32	35,25	54,25
9.	8,25	19,35	43,2	34,25	29,35	63,25
10.	10,25	24,35	54,12	59,36	48,36	59,36
11.	15,65	31,25	39,85	48,35	47,25	58,35
12.	25,3	16,25	24,36	35,26	59,35	57,25
13.	36,25	45,35	36,57	65,25	68,35	45,36
14.	11,25	8,25	29,54	78,25	34,25	45,21
15.	9,25	19,35	58,36	82,36	58,36	62,35
16.	24,25	26,35	46,25	45,36	67,35	59,35
17.	10,25	17,25	36,24	47,35	54,25	42,36
18.	11,25	36,25	38,25	69,35	50,36	38,25
19.	12,36	24,39	16,35	48,35	69,35	72,36
20.	14,25	21,58	34,25	51,32	48,25	68,35
21.	24,32	19,35	59,25	76,32	25,36	69,35
22.	10,25	16,35	29,35	54,35	35,25	70,25
23.	11,25	23,54	24,25	49,35	68,36	48,35
24.	14,85	48,25	73,25	32,25	72,36	59,35
25.	11,36	32,25	36,25	81,25	45,36	72,65
26.	10,25	29,35	49,35	42,36	62,33	61,25
27.	7,25	28,25	37,25	41,25	79,36	35,26
28.	19,35	20,54	62,58	49,35	29,35	61,35
29.	26,35	35,21	41,36	32,25	46,35	59,58
30.	24,25	14,25	49,35	86,48	58,36	57,32
31.	15,25	11,25	58,35	36,58	64,32	68,25
32.	11,28	24,28	48,35	77,26	39,36	57,25
33.	19,25	39,25	56,25	46,25	78,25	51,36
34.	17,25	19,25	38,65	72,25	45,36	59,36
35.	24,36	25,36	39,25	41,25	61,25	69,32
36.	19,35	21,45	44,67	69,25	59,35	70,35
37.	9,25	19,35	35,68	72,35	51,36	61,25
38.	8,21	36,25	34,25	82,14	61,25	39,25
39.	31,25	45,32	32,14	36,25	46,35	49,58
40.	19,35	21,25	39,25	79,25	29,35	75,36
41.	12,03	23,25	32,54	41,25	27,36	49,35
42.	24,35	15,36	38,1	68,25	69,35	56,21
43.	8,25	9,25	63,21	69,58	59,35	58,36
44.	6,35	18,25	27,25	36,24	73,25	68,25
45.	10,25	24,25	42,36	29,25	45,25	61,32
46.	16,35	29,56	34,25	54,25	71,25	63,12
47.	11,25	35,25	41,89	45,32	68,36	69,58
48.	9,21	17,25	19,24	47,32	70,25	59,87
49.	5,25	24,36	20,14	39,25	54,36	36,21
50.	26,35	28,36	47,25	25,21	64,35	74,32
51.	36,25	26,24	34,25	79,25	56,35	58,65
52.	21,25	15,36	63,21	31,02	82,36	47,25
53.	13,01	34,25	41,25	68,25	45,36	59,35
54.	17,25	16,25	20,54	34,25	68,25	48,25
55.	24,25	24,35	16,25	35,26	75,32	29,35

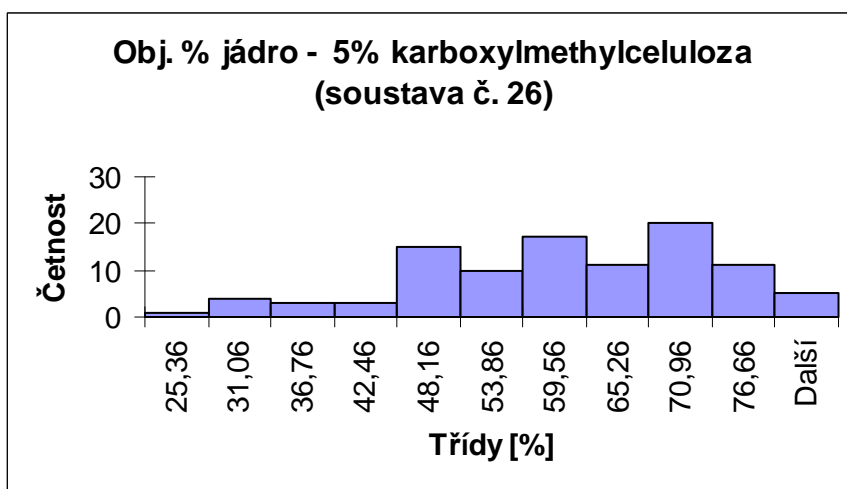
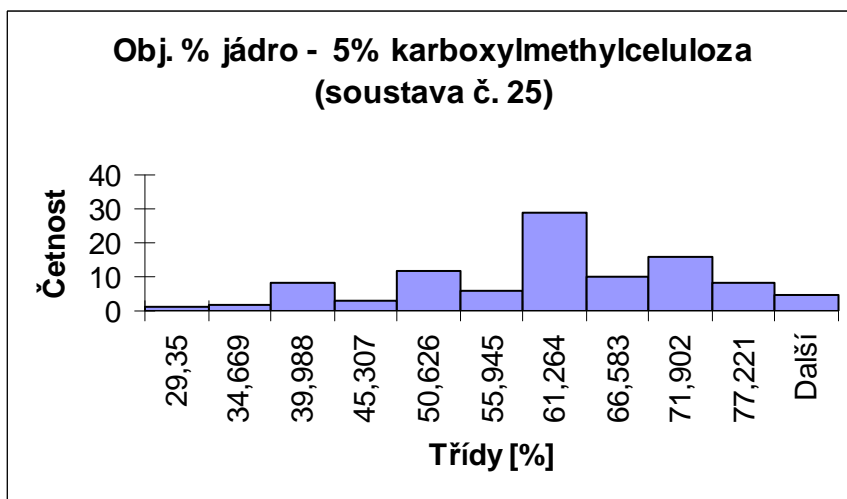
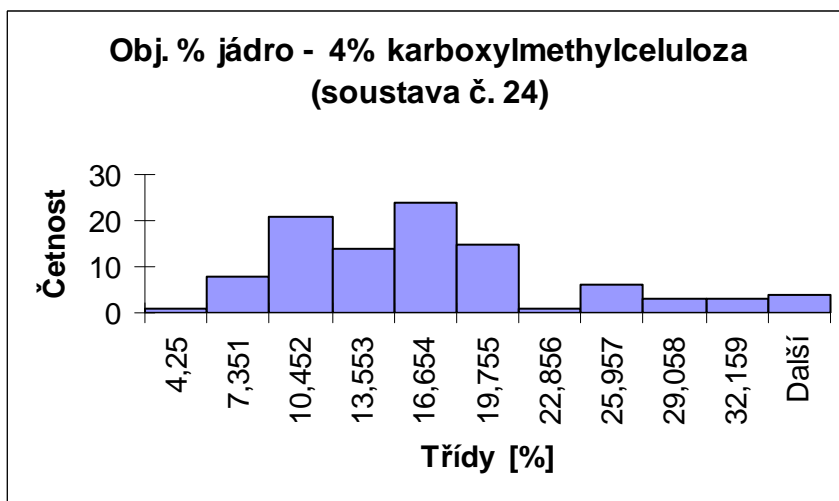
položka	1	2	3	4	5	6
56.	13,25	28,35	37,29	76,25	49,25	65,32
57.	19,35	28,35	24,36	36,25	58,36	76,35
58.	29,35	21,25	36,25	49,25	73,25	61,25
59.	14,25	17,25	39,25	69,25	78,35	52,36
60.	13,25	19,35	24,36	55,2	68,35	67,35
61.	17,25	24,35	19,25	82,35	39,35	59,35
62.	19,35	26,35	45,35	32,25	45,68	71,58
63.	24,38	32,25	28,35	45,32	68,25	57,36
64.	24,32	13,25	47,25	45,36	71,25	82,36
65.	15,24	17,25	68,35	73,25	80,35	62,55
66.	10,25	25,36	56,35	29,35	67,35	58,35
67.	26,35	38,25	23,54	38,25	45,36	51,36
68.	9,25	19,35	45,32	34,25	68,35	56,35
69.	7,25	24,36	25,35	39,25	54,25	45,36
70.	15,21	36,25	33,25	31,25	47,25	69,21
71.	16,35	27,35	24,36	45,35	69,35	58,35
72.	26,35	25,36	45,25	48,25	58,35	47,36
73.	14,25	12,36	26,35	41,25	72,36	35,98
74.	19,25	34,25	35,36	39,25	45,25	49,35
75.	17,25	36,25	36,35	31,32	48,36	59,35
76.	25,35	49,35	45,25	19,25	69,35	68,35
77.	9,25	19,35	19,25	59,35	61,35	61,36
78.	16,35	16,35	38,25	78,35	64,36	69,35
79.	24,38	10,36	42,35	35,25	72,36	57,36
80.	31,07	42,36	34,25	49,25	65,35	34,25
81.	11,25	31,25	31,25	81,25	63,25	82,54
82.	19,35	24,35	36,54	31,25	52,3	46,32
83.	16,35	21,36	45,36	42,36	39,25	52,36
84.	26,35	27,36	69,25	38,25	43,25	59,35
85.	9,25	15,35	27,35	47,25	58,35	54,36
86.	7,25	14,25	56,35	73,65	51,36	56,25
87.	5,25	36,25	28,54	51,25	61,32	72,36
88.	14,25	19,25	36,25	41,35	73,25	60,58
89.	19,35	24,36	23,58	34,25	46,35	47,25
90.	17,35	20,25	29,35	35,02	69,35	58,25
91.	26,35	27,35	34,25	78,59	65,32	69,21
92.	13,25	15,36	32,48	45,25	70,25	47,25
93.	18,35	18,25	45,36	40,25	45,36	35,25
94.	14,25	14,25	19,35	75,36	52,36	79,35
95.	11,2	28,36	25,36	81,25	58,36	65,36
96.	9,33	15,25	35,25	54,25	59,35	69,21
97.	32,54	19,35	39,25	73,25	61,35	42,35
98.	15,25	11,25	24,35	45,21	58,36	35,25
99.	17,25	9,25	29,35	47,25	57,25	72,95
100.	11,68	19,35	22,35	79,26	73,68	82,54
průměr	16,8845	23,9009	37,8358	53,0424	57,8628	58,4637
odchylka	7,382678	9,252665	12,96752	17,63433	13,23488	12,3177

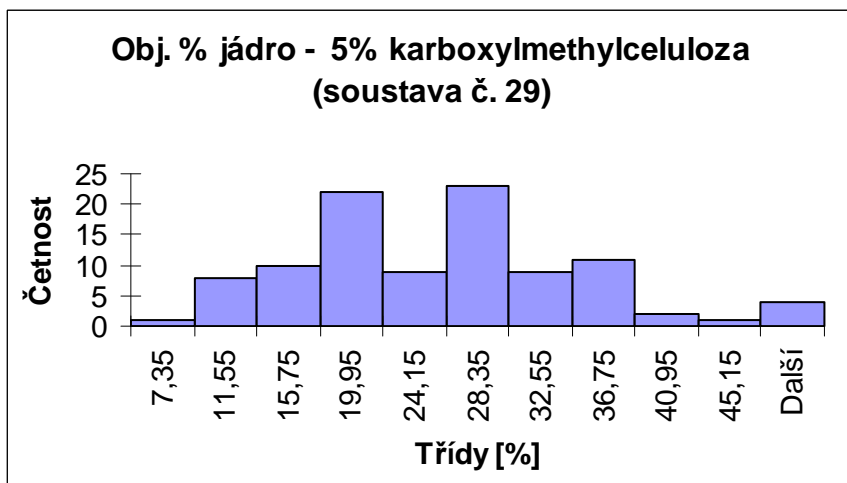
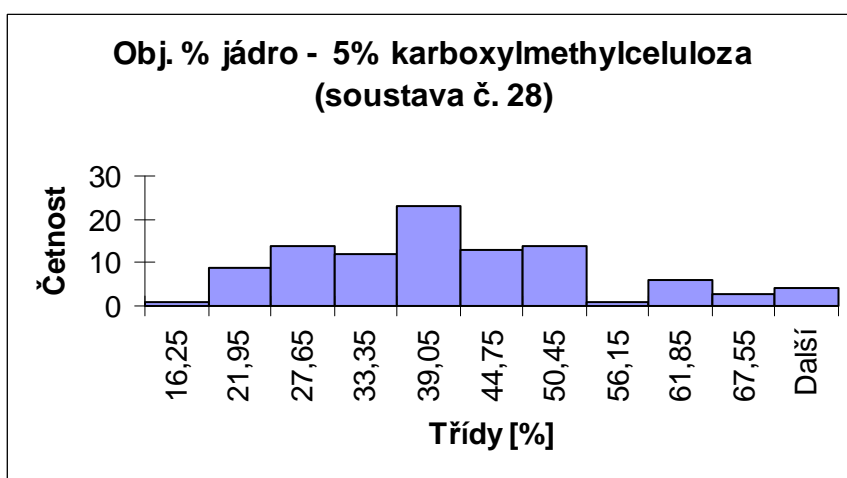
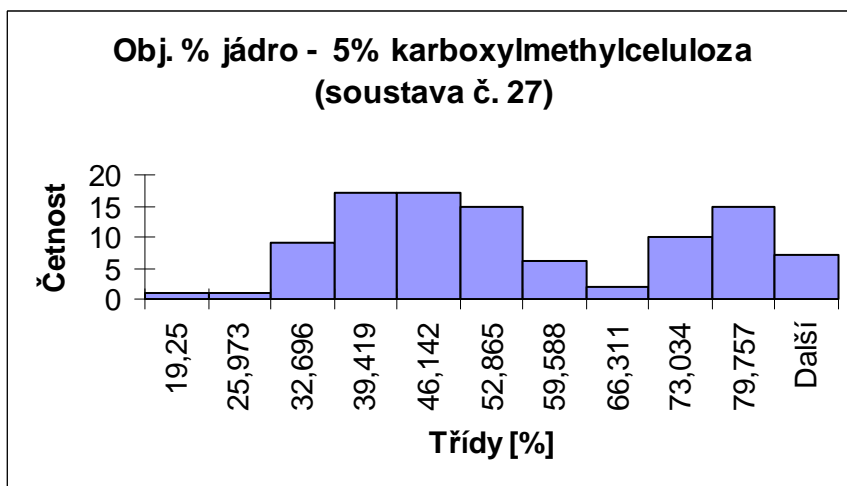


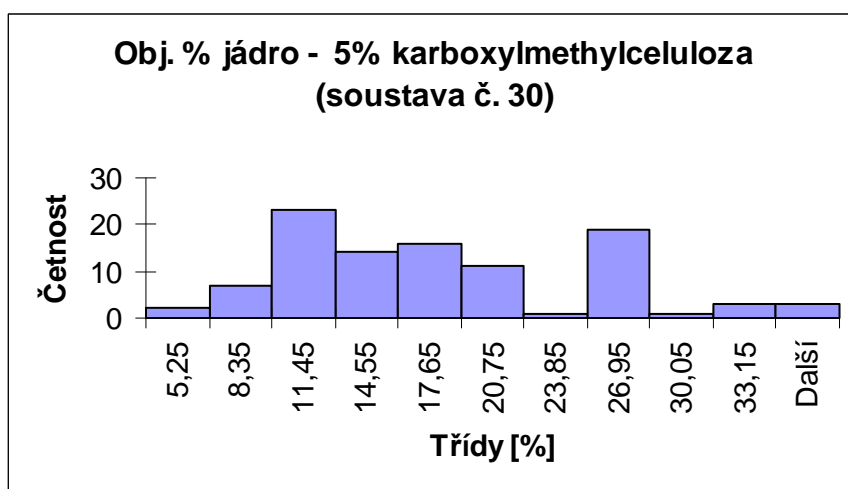












Obj. % obal:	
položka	alginát
1.	58,16
2.	61,23
3.	69,81
4.	54,21
5.	46,63
6.	47,01
7.	47,83
8.	45,95
9.	43,34
10.	37,56
11.	33,18
12.	45,21
13.	36,21
14.	25,91
15.	36,92
16.	54,58
17.	66,38
18.	49,25
19.	61,19
20.	58,54
21.	57,36
22.	53,3
23.	58,95
24.	60,06
25.	62,58
26.	54,36
27.	64,42
28.	61,45
29.	59,26
30.	63,98
31.	64,08
32.	57,39
33.	55,41
34.	53,64
35.	51,21
36.	47,58
37.	42,19
38.	42,19
39.	42,19
40.	59,25
41.	71,18
42.	71,18
43.	71,18
44.	63,58
45.	52,7
46.	45,21
47.	37,8
48.	32,14
49.	23,29
50.	32,65
51.	23,65
52.	45,25
53.	42,89
54.	39,54
55.	45,94
56.	54,98

položka	alginat
57.	23,45
58.	42,19
59.	39,58
60.	34,25
61.	29,58
62.	45,63
63.	39,58
64.	35,19
65.	38,25
66.	45,21
67.	48,25
68.	43,59
69.	47,36
70.	35,14
71.	25,15
72.	29,67
73.	35,46
74.	24,24
75.	56,35
76.	45,19
77.	29,54
78.	58,45
79.	69,22
80.	63,92
81.	61,82
82.	54,73
83.	49,2
84.	42,12
85.	31,69
86.	45,16
87.	47,54
88.	48,56
89.	49,65
90.	69,45
91.	79,25
92.	56,24
93.	62,54
94.	57,16
95.	59,25
96.	45,67
97.	56,39
98.	57,56
99.	35,48
100.	57,86
průměr	48,9487
odchylka	12,68664
modus	42,19
medián	48,04
IS	2,486534

položka	PVA
1.	35,39
2.	25,36
3.	19,85
4.	23,65
5.	24,02
6.	27,35
7.	32,04
8.	33,14
9.	35,39
10.	31,25
11.	28,38
12.	35,67
13.	33,54
14.	38,58
15.	45,2
16.	38,52
17.	35,39
18.	41,59
19.	48,14
20.	48,65
21.	56,38
22.	35,24
23.	26,56
24.	36,54
25.	49,21
26.	54,15
27.	59,72
28.	35,21
29.	25,41
30.	26,25
31.	31,09
32.	32,85
33.	38,86
34.	32,47
35.	31,25
36.	27,35
37.	14,58
38.	18,59
39.	25,36
40.	24,35
41.	12,54
42.	32,48
43.	48,5
44.	26,81
45.	20,36
46.	24,58
47.	21,62
48.	20,94
49.	20,46
50.	21,6
51.	21,6
52.	35,21
53.	45,95
54.	62,35
55.	54,15
56.	35,21
57.	69,32

položka	PVA
58.	45,71
59.	36,41
60.	35,49
61.	49,32
62.	45,36
63.	49,21
64.	34,3
65.	31,49
66.	20,63
67.	41,21
68.	55,24
69.	55,24
70.	55,24
71.	45,36
72.	36,44
73.	39,54
74.	45,06
75.	37,25
76.	42,36
77.	36,82
78.	29,63
79.	43,9
80.	41,35
81.	49,63
82.	35,24
83.	45,52
84.	41,26
85.	54,77
86.	46,25
87.	39,43
88.	26,59
89.	14,58
90.	29,54
91.	23,3
92.	35,14
93.	51,2
94.	38,25
95.	62,45
96.	45,32
97.	29,35
98.	36,25
99.	34,25
100.	45,21
průměr	36,7229
odchylka	11,74373
modus	35,39
medián	35,39
IS	2,301728

položka	Chitos (citr)
1.	7,87
2.	15,32
3.	12,5
4.	12,5
5.	12,5
6.	18,6
7.	12,5
8.	25,36
9.	12,5
10.	18,54
11.	18,66
12.	23,64
13.	54,3
14.	42,14
15.	15,6
16.	18,55
17.	15,16
18.	36,58
19.	42,19
20.	35,64
21.	12,5
22.	42,32
23.	57,84
24.	39,56
25.	26,57
26.	41,25
27.	57,89
28.	51,6
29.	45,52
30.	35,65
31.	21,59
32.	18,36
33.	16,4
34.	32,5
35.	45,6
36.	19,3
37.	52,6
38.	45,68
39.	26,58
40.	32,5
41.	80,1
42.	54,35
43.	29,63
44.	38,25
45.	42,22
46.	23,54
47.	32,14
48.	35,21
49.	29,65
50.	35,54
51.	51,21
52.	42,32
53.	28,64
54.	35,21
55.	28,34
56.	56,23
57.	25

položka	Chitos(citr)
58.	29,32
59.	42,21
60.	36,54
61.	35,21
62.	62,32
63.	54,32
64.	36,25
65.	32,54
66.	41,56
67.	39,54
68.	36,62
69.	54,14
70.	24,24
71.	29,25
72.	57,89
73.	37,91
74.	24,32
75.	35,84
76.	39,43
77.	36,46
78.	38,91
79.	24,18
80.	42,18
81.	36,46
82.	36,46
83.	36,46
84.	36,46
85.	38,46
86.	54,32
87.	62,99
88.	39,54
89.	29,62
90.	32,54
91.	39,54
92.	38,46
93.	16,23
94.	19,32
95.	25,35
96.	34,58
97.	29,62
98.	24,58
99.	36,46
100.	15,25
průměr	34,1392
odchylka	13,73447
modus	12,5
medián	35,59
IS	2,691905

položka	Chitos(glut)
1.	51,21
2.	48,25
3.	47,06
4.	46,25
5.	45,53
6.	25,49
7.	10,17
8.	24,84
9.	32,49
10.	35,81
11.	42,19
12.	45,25
13.	34,25
14.	41,95
15.	54,38
16.	28,54
17.	17,15
18.	21,54
19.	23,3
20.	36,83
21.	48,5
22.	46,59
23.	45,35
24.	46,15
25.	59,35
26.	65,25
27.	29,62
28.	18,25
29.	17,15
30.	38,56
31.	71,63
32.	52,14
33.	67,25
34.	54,25
35.	55,42
36.	59,35
37.	66,25
38.	54,25
39.	74,25
40.	61,27
41.	59,27
42.	35,24
43.	23,3
44.	31,49
45.	36,54
46.	37,59
47.	38,46
48.	41,21
49.	38,46
50.	36,58
51.	54,77
52.	45,24
53.	39,58
54.	48,21
55.	37,25
56.	54,85
57.	64,45

58.	59,35
59.	42,37
60.	61,24
61.	59,87
62.	61,25
63.	67,21
64.	26,49
65.	45,85
66.	54,62
67.	32,54
68.	27,08
69.	45,25
70.	57,86
71.	57,86
72.	57,86
73.	49,54
74.	42,18
75.	54,35
76.	48,25
77.	45,21
78.	46,51
79.	48,5
80.	45,26
81.	42,18
82.	41,69
83.	39,44
84.	54,21
85.	68,54
86.	51,69
87.	57,86
88.	46,81
89.	42,18
90.	43,25
91.	44,71
92.	51,23
93.	64,43
94.	57,49
95.	55,85
96.	54,21
97.	54,36
98.	49,54
99.	42,19
100.	49,28
průměr	46,1344
odchylka	13,09815
modus	57,86
medián	46,38
IS	2,567189

položka	želatina
1.	45,36
2.	51,23
3.	45,87
4.	51,4
5.	55,85
6.	55,86
7.	57,14
8.	51,23
9.	52,45
10.	55,45
11.	65,5
12.	54,23
13.	46,91
14.	39,81
15.	39,43
16.	42,61
17.	53,04
18.	45,94
19.	37,68
20.	45,58
21.	47,94
22.	49,58
23.	52,15
24.	57,14
25.	67,01
26.	56,49
27.	55,41
28.	38,25
29.	36,43
30.	39,64
31.	46,13
32.	55,19
33.	60,94
34.	58,64
35.	53,64
36.	61,54
37.	70,94
38.	52,31
39.	48,5
40.	51,39
41.	57,87
42.	43,59
43.	32,48
44.	43,68
45.	59,47
46.	61,35
47.	72,4
48.	61,89
49.	55,85
50.	59,49
51.	63,86
52.	52,45
53.	32,56
54.	45,95
55.	56,45
56.	35,81

57.	36,25
58.	43,25
59.	63,25
60.	51,2
61.	45,62
62.	36,25
63.	61,23
64.	59,14
65.	45,36
66.	74,08
67.	53,21
68.	36,25
69.	45,24
70.	51,23
71.	38,65
72.	33,85
73.	54,84
74.	45,36
75.	65,75
76.	45,23
77.	85,76
78.	45,21
79.	24,42
80.	35,81
81.	47,04
82.	52,54
83.	69,5
84.	45,21
85.	35,21
86.	46,32
87.	45,68
88.	36,59
89.	42,14
90.	25,84
91.	48,12
92.	36,95
93.	28,15
94.	29,35
95.	45,14
96.	36,29
97.	38,26
98.	48,21
99.	45,12
100.	15,68
průměr 48,8076	
odchylka 11,5967	
modus 45,36	
medián 48,03	
IS 2,272911	

položka	želatina (toluen)
1.	12,5
2.	11,32
3.	9,63
4.	6,23
5.	5,53
6.	6,15
7.	6,4
8.	11,67
9.	12,5
10.	21,96
11.	36,45
12.	21,42
13.	12,5
14.	13,6
15.	14,84
16.	15,36
17.	19,85
18.	17,25
19.	15,83
20.	17,54
21.	20,36
22.	19,32
23.	17,15
24.	14,65
25.	10,17
26.	13,58
27.	15,17
28.	13,21
29.	12,5
30.	13,21
31.	14,84
32.	14,31
33.	14,2
34.	13,65
35.	12,5
36.	12,5
37.	12,5
38.	11,65
39.	10,17
40.	6,54
41.	4,81
42.	12,5
43.	14,58
44.	15,21
45.	15,61
46.	15,37
47.	15,37
48.	26,54
49.	44,23
50.	31,54
51.	26,35
52.	12,5
53.	16,23
54.	17,8

55.	17,32
56.	17,15
57.	18,23
58.	19,85
59.	17,23
60.	15,3
61.	17,32
62.	12,5
63.	12,5
64.	12,5
65.	13,65
66.	12,5
67.	14,32
68.	15,61
69.	14,36
70.	10,94
71.	15,61
72.	20,36
73.	23,15
74.	15,17
75.	12,5
76.	18,6
77.	9,39
78.	14,58
79.	17,8
80.	22,14
81.	26,32
82.	22,32
83.	12,5
84.	15,54
85.	12,5
86.	18,35
87.	9,63
88.	11,65
89.	12,5
90.	14,25
91.	14,37
92.	14,45
93.	11,06
94.	15,64
95.	15,37
96.	17,56
97.	18,28
98.	15,61
99.	14,2
100.	14,32
průměr 15,4635	
odchylka 5,759565	
modus 12,5	
medián 14,58	
IS 1,128853	

položka	želatina bez akt. látky
1.	21,6
2.	17,32
3.	12,5
4.	12,5
5.	12,5
6.	11,31
7.	9,39
8.	14,34
9.	15,62
10.	21,3
11.	31,45
12.	23,58
13.	5,28
14.	14,68
15.	29,64
16.	31,56
17.	36,45
18.	24,57
19.	17,15
20.	31,31
21.	40,39
22.	26,36
23.	12,5
24.	18,96
25.	27,08
26.	29,54
27.	32,02
28.	21,46
29.	16,22
30.	14,64
31.	12,5
32.	15,85
33.	26,56
34.	26,58
35.	42,18
36.	26,45
37.	17,15
38.	23,56
39.	25,19
40.	24,91
41.	21,6
42.	25,68
43.	29,62
44.	26,62
45.	19,85
46.	15,51
47.	14,58
48.	17,25
49.	22,82
50.	17,68
51.	16,22
52.	18,65
53.	25,36
54.	19,36

55.	36,25
56.	18,96
57.	23,56
58.	25,48
59.	14,69
60.	26,23
61.	28,36
62.	32,14
63.	21,31
64.	14,25
65.	11,85
66.	13,69
67.	12,5
68.	33,67
69.	29,64
70.	23,45
71.	21,49
72.	14,2
73.	12,5
74.	39,5
75.	25,12
76.	15,68
77.	17,61
78.	23,15
79.	22,58
80.	15,36
81.	17,25
82.	18,35
83.	23,54
84.	11,36
85.	14,35
86.	32,58
87.	12,5
88.	11,9
89.	15,36
90.	16,48
91.	19,87
92.	13,94
93.	15,21
94.	11,25
95.	18,5
96.	19,64
97.	13,61
98.	15,2
99.	11,94
100.	38,64
průměr 20,8964	
odchylka 7,771362	
modus 12,5	
medián 19,16	
IS 1,523158	

položka	arabská guma
1.	71,17
2.	63,25
3.	53,63
4.	69,25
5.	79,39
6.	73,69
7.	61,43
8.	55,84
9.	53,63
10.	49,64
11.	48,5
12.	54,25
13.	68,26
14.	53,94
15.	57,88
16.	55,81
17.	54,77
18.	56,98
19.	57,88
20.	49,35
21.	48,5
22.	38,25
23.	34,29
24.	45,36
25.	62,98
26.	62,98
27.	60,59
28.	71,35
29.	75,15
30.	48,35
31.	34,29
32.	51,35
33.	60,59
34.	45,35
35.	34,29
36.	41,94
37.	45,53
38.	71,25
39.	80,07
40.	59,34
41.	42,18
42.	35,81
43.	33,18
44.	41,27
45.	60,59
46.	57,88
47.	57,88
48.	53,69
49.	44,71
50.	57,68
51.	62,98
52.	77,01
53.	56,83
54.	45,36

55.	68,35
56.	29,64
57.	45,25
58.	36,25
59.	41,56
60.	55,85
61.	42,15
62.	29,62
63.	54,35
64.	78,64
65.	71,02
66.	60,59
67.	49,35
68.	48,5
69.	52,98
70.	65,1
71.	62,98
72.	62,98
73.	65,21
74.	67
75.	45,25
76.	68,26
77.	58,35
78.	45,36
79.	59,68
80.	34,3
81.	45,36
82.	58,68
83.	47,25
84.	65,32
85.	72,36
86.	69,58
87.	46,32
88.	72,15
89.	64,25
90.	29,35
91.	39,25
92.	48,91
93.	52,83
94.	79,63
95.	53,63
96.	45,21
97.	48,5
98.	61,25
99.	75,15
100.	49,61
průměr 55,1055	
odchylka 12,55812	
modus 62,98	
medián 55,29	
IS 2,461345	

položka	cyklodextrin
1.	92,1
2.	82,15
3.	75,15
4.	71,25
5.	70,21
6.	63,81
7.	62,98
8.	65,24
9.	67
10.	68,19
11.	75,15
12.	68,24
13.	59,25
14.	61,23
15.	65,1
16.	69,56
17.	75,15
18.	75,15
19.	75,15
20.	61,05
21.	57,88
22.	65,24
23.	84,46
24.	69,25
25.	8,46
26.	75,32
27.	62,98
28.	65,24
29.	75,15
30.	62,98
31.	62,98
32.	55,91
33.	57,88
34.	65,21
35.	75,15
36.	65,21
37.	45,24
38.	41,29
39.	81,35
40.	71,25
41.	65,1
42.	69,81
43.	77,87
44.	82,15
45.	85,46
46.	84,51
47.	80,05
48.	75,54
49.	62,98
50.	54,25
51.	32,15
52.	79,58
53.	48,59
54.	58,26
55.	65,94

56.	71,02
57.	65,25
58.	49,25
59.	51,36
60.	69,58
61.	58,65
62.	70,24
63.	61,25
64.	62,98
65.	68,98
66.	68,98
67.	58,25
68.	68,21
69.	61,91
70.	68,25
71.	61,25
72.	59,25
73.	45,35
74.	49,25
75.	68,25
76.	80,21
77.	71,65
78.	63,25
79.	80,02
80.	45,25
81.	54,25
82.	65,29
83.	75,64
84.	71,02
85.	84,25
86.	75,26
87.	43,25
88.	49,25
89.	68,51
90.	63,25
91.	71,46
92.	67
93.	67
94.	67
95.	65,1
96.	57,25
97.	68,25
98.	54,12
99.	59,64
100.	45,25
průměr	65,2371
odchylka	12,24187
modus	75,15
medián	65,615
IS	2,399361